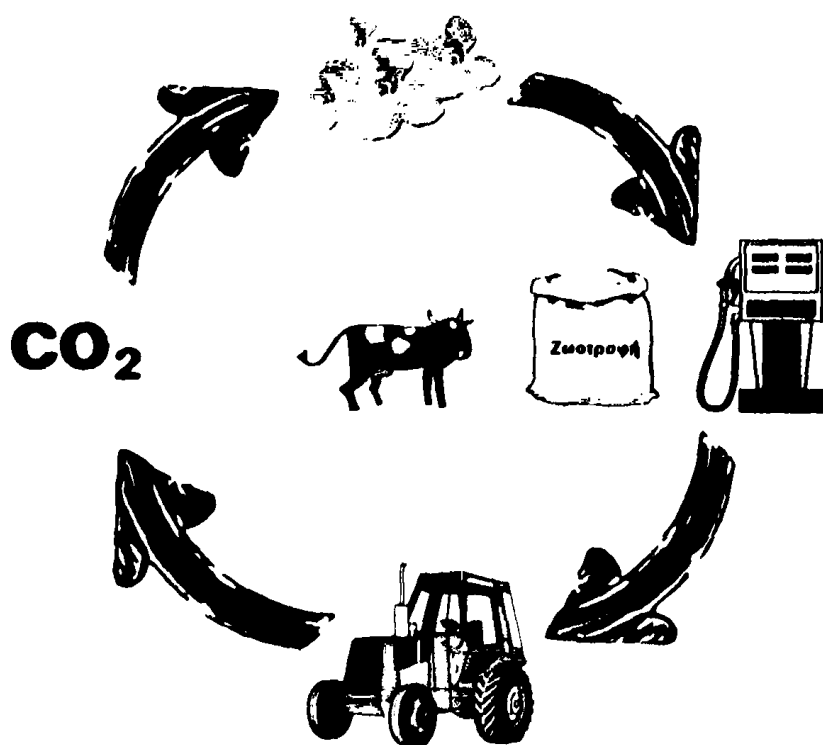


ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ - Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
“Συγκριτική μελέτη των αγρονομικών χαρακτηριστικών
ποικιλιών ελαιοκράμβης που καλλιεργήθηκαν στο νομό
Λάρισας σε Φθινοπωρινή σπορά”



ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ιωάν: ΡΑΜΝΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων: Καθηγητής Γεώργιος Μάνος

Ιωάννινα 2007



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ - Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ
ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
“ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ - ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ”

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
“Συγκριτική μελέτη των αγρονομικών χαρακτηριστικών
ποικιλιών ελαιοκράμβης που καλλιεργήθηκαν στο νομό
Λάρισας σε Φθινοπωρινή σπορά”

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Ιωαν. ΡΑΜΝΙΩΤΗΣ

Επιβλέπων: Καθηγητής Γεώργιος Μάνος

Ιωάννινα 2007



ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Πριν την παρουσίαση αυτής της μελέτης νιώθω υποχρέωση να ευχαριστήσω ορισμένα άτομα, τα οποία με την ηθική και ενεργό συμπαράστασή τους βοήθησαν να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή.

Κατ' αρχάς θα ήθελα να εκδηλώσω την αβροφροσύνη μου στο πρόσωπο που με ανέθεσε, καθοδήγησε σ' αυτή την εργασία, τον επιβλέποντα κ. Γεώργιο Μάνο, καθηγητή του Γ.Ε.Ι. Ηλείου.

Ευχαριστώ τον καθηγητή του Ε.Μ.Π. Κ. Σ. Στούρνα και τους συνεργάτες του, που με βοήθησαν στις αναλύσεις των δειγμάτων σπόρου. Τον προϊστάμενό κ. Γ. Ζαρογιάννη και το προσωπικό του εργαστηρίου Ελέγχου Κυκλοφορίας Ζωοτροφών (Ε.Ε.ΚΥ.Ζ.), του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, για την παραχώρηση του εργαστηρίου, τη βοήθεια στις αναλύσεις των δειγμάτων του σπόρου των οκτώ (8) ποικιλιών της ελαιοκράμβης και τις πληροφορίες που μου έδωσαν. Τον κ. Χρήστο Γκρέκο, χημικό, που με βοήθησε για την τελειοποίηση αυτής της εργασίας. Την εταιρεία Παλαιολόγος Α.Β.Ε.Ε., για τις χρήσιμες πληροφορίες που μου προσέφερε.

Τέλος το συνάδελφο Κυριάκο Τσινίδη για την συμπαράσταση, βοήθεια, τόσο κατά την διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος, όσο και κατά την συγγραφή- τελειοποίηση αυτής της εργασίας.



ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	1
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	3
1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	5
1.1 Γενικά.....	5
1.2 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας.....	5
1.3 Το ενεργειακό πρόβλημα και οι συνέπειες από τη χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας.....	6
1.4 Μορφές ενέργειας.....	7
1.4.1 Σκληρές μορφές.....	7
1.4.2 Ήπιες μορφές	10
1.4.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας - Εναλλακτική ενεργειακή λύση.....	15
1.4.4 Βιομάζα.....	16
1.4.4.1 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.....	17
1.4.5 Βιοκαύσιμα	21
1.4.6 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Διεθνής κατάσταση και ελληνικές δεσμεύσεις.....	21
1.4.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πηγών ενέργειας.....	23
2. ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ.....	24
2.1 Γενικά - Πηγές ελαίων φυτικής προέλευσης.....	24
2.2 Παραγωγή φυτικών ελαίων.....	25
2.2.1 Παγκοσμίως.....	25
2.2.2 Ευρώπη	25
2.3 Μέθοδοι εξαγωγής ελαίου από τους σπόρους.....	27
2.4 Δομή και σύσταση των φυτικών ελαίων.....	28
2.5 Ιδιότητες των φυτικών ελαίων	31
2.5.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες.....	31
2.5.2 Ιδιότητες των φυτικών ελαίων ως καύσιμα.....	31
2.6 Τρόποι χειρισμού των φυτικών ελαίων	37
2.6.1 Απαλλαγή από προσμίξεις και καθαρισμός - Ραφινάρισμα ελαίου	37
2.6.2 Θερμική διάσπαση (πυρόλυση).....	38



2.6.3	Μικρο-γαλακτώματα	39
2.6.4	Μετεστεροποίηση	40
2.6.4.1	Εκμετάλλευση γλυκερίνης	42
2.7	Επίδραση των διαφόρων χειρισμών (επεξεργασιών) των φυτικών ελαίων σε τρεις βασικές ιδιότητες καυσίμου ..	43
3.	ΤΟ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ ΚΑΙ Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ.....	44
3.1	Γενικά.....	44
3.2	Πρώτες ύλες	44
3.3	Σύγκριση με άλλα εναλλακτικά καύσιμα.....	45
3.4	Παγκόσμια παραγωγή βιοντήζελ.....	45
3.5	Ευρωπαϊκή παραγωγή βιοντήζελ	47
3.6	Πιλοτική εφαρμογή του βιοντήζελ στην Ελλάδα	48
4.	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ	50
4.1	Γενικά.....	50
4.2	Προδιαγραφές του βιοντήζελ σε διάφορες χώρες.....	50
4.3	Προδιαγραφές του βιοντήζελ στην Ευρώπη.....	52
5.	ΧΡΗΣΕΙΣ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ–ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	54
5.1	Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα.....	54
5.1.1	Τοξικότητα και βιοαποικοδομησιμότητα.....	54
5.1.2	Διείσδυση βιοντήζελ σε οικολογικά ευαίσθητες περιοχές στην Ελλάδα	55
5.2	Παράγοντες που επηρεάζουν την προώθηση του βιοντήζελ.	55
6.	ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ.....	58
6.1	Αναδιάρθρωση καλλιεργειών	58
6.2	Περιβαλλοντικά οφέλη από την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών - Νομοθετικό πλαίσιο.....	60
7.	ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ	64
7.1	Προϊόντα – Χρησιμότητα	64
7.2	Γενικά – Σύντομη περιγραφή του φυτού	66
7.3	Στάδια ανάπτυξης της ελαιοκράμβης.....	69
7.4	Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις	72
7.4.1	Έδαφος	72
7.4.2	Κλίμα	72
7.5	Τεχνική της καλλιέργειας	72
7.5.1	Αμειψισπορά	72
7.5.2	Προετοιμασία εδάφους	73
7.5.3	Λίπανση	73
7.5.4	Ζιζανιοκτονία	74
7.5.5	Σπορά	75



7.5.6 Συγκομιδή	75
7.6 Εχθροί και ασθένειες	77
7.6.1 Εχθροί	77
7.6.2 Ασθένειες	78
8. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	80
9. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	85
10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ	93
10.1 Έδαφος	93
10.2 Κλιματικά δεδομένα περιοχής του ΤΕΙ Λάρισας	93
10.3 Θερμοκρασία	94
10.4 Βροχοπτώσεις	96
10.5 Παραγωγικότητα – Συγκομιδή – Απόδοση κατά πειραματικό τεμάχιο	96
10.6 Πινακοποίηση δεδομένων – Στατιστική ανάλυση	97
10.7 Παρουσίαση – Ερμηνεία των αποτελεσμάτων	99
10.8 Συντελεστής μεταβλητότητας – παραλλακτικότητα	101
10.9 Ανάλυση σπόρου των οκτώ (8) ποικιλιών – Προσδιορισμός διαφόρων συστατικών	102
11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	105
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	109



ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η καλύτερη και αποδοτικότερη μελέτη της παρούσας εργασίας μπορεί να επιτευχθεί με το διαχωρισμό της σε τρεις κύριες ενότητες και την παρουσίαση των επί μέρους συμπερασμάτων που προκύπτουν από αυτές.

- *Στην πρώτη ενότητα γίνεται μια εκτενής βιβλιογραφική ανασκόπηση της ενεργειακής κατάστασης σε παγκόσμια και ευρωπαϊκή κλίμακα και αναφορά στις δυνατές λύσεις που μπορούν, να δώσουν οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και ιδιαίτερα τα βιοκαύσιμα.*

Συγκεκριμένα:

Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζονται στοιχεία και πληροφορίες για τα μεγάλα προβλήματα που αντιμετωπίζει σήμερα η ενεργειακή οικονομία, ενώ γίνεται μια πρώτη γνωριμία με τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, με κατάληξη την ενεργειακή πηγή των «βιοκαυσίμων» προερχόμενη από τον ευρύτερο τομέα της βιομάζας.

Στο Κεφάλαιο 2 «Φυτικά Έλαια» παρουσιάζονται τα διάφορα ελαιούχα φυτά, περιγράφεται η διαδικασία εξαγωγής λαδιού από τους σπόρους και εξετάζεται η χημική σύνθεση των λαδιών φυτικής προέλευσης. Τέλος αναφέρεται μια σειρά από χειρισμούς (μετεστεροποίηση, δημιουργία μικρογαλακτωμάτων, πυρόλυση), που θα μπορούσαν να απαλύνουν τη δυσμενή συμπεριφορά των ελαίων κατά την καύση τους σε κινητήρες εσωτερικής καύσης, μεταξύ των οποίων και η δυνατότητα δημιουργίας μιγμάτων με συμβατικό καύσιμο ντίζελ, ώστε να επιτυγχάνεται η μείωση του ιξώδους και η αύξηση του αριθμού κετανίου, σε τιμές αντίστοιχες του συμβατικού ντίζελ. Το βιοντίζελ βάσει των οδηγιών, μπορεί να αναμιγνύεται σε ποσοστά μέχρι 5% στο πετρέλαιο κίνησης, ωστόσο και μέχρι 20% δεν απαιτείται καμία μετατροπή του κινητήρα.

Στα Κεφάλαια 3,4 και 5 παρουσιάζεται η σημασία της παραγωγής και οι προδιαγραφές του ανανεώσιμου υποκατάστατου του συμβατικού ντίζελ, τόσο σε παγκόσμιο επίπεδο όσο και σε ευρωπαϊκό. Οι προδιαγραφές του βιοντίζελ που χρησιμοποιείται στις μεταφορές ορίζονται από την Ευρωπαϊκή Προδιαγραφή EN 14214, η οποία με πρωτοβουλία του Υπουργείου Ανάπτυξης και του Γενικού Χημείου του Κράτους ενσωματώνεται στην Ελληνική νομοθεσία.

- *Στη δεύτερη ενότητα (Κεφάλαια 6 και 7) γίνεται συνδυασμός της υποχρέωσης της χώρας μας προς την Ευρωπαϊκή Ένωση (Οδηγία 2003/30/ΕΚ), με την ανάγκη της αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών, προς την κατεύθυνση της καλλιέργειας ενεργειακών φυτών. Η βιώσιμη ανάπτυξη στο πλαίσιο της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής(ΚΑΠ) μπορεί να συνδυαστεί με την οδηγία 2003/30/ΕΚ της Ε.Ε όπως αναφέρεται στο Κεφάλαιο 6. Ειδικότερα, μετά την*



αναμόρφωση της ΚΑΠ, η οδηγία 2003/30/ΕΚ μπορεί να είναι η βάση, για την ανάπτυξη της ιδέας της ενεργειακής γεωργίας και το έναυσμα για την επακόλουθη επίλυση πολλών προβλημάτων του αγροτικού τομέα. Υπολογίζεται ότι από την άσκηση της ενεργειακής γεωργίας, για τη συμμόρφωση προς την Κοινοτική οδηγία θα μπορούσαν, να καλλιεργηθούν στη χώρα μας περίπου 1 εκατ. στρέμματα, που αντιστοιχούν σε 150.000 τόνους βιοντιζέλ(ισοδύναμο με το 5,75%), αποφέροντας έτσι ένα πολύτιμο αγροτικό εισόδημα. Στόχος επίσης είναι τα εγχώρια εργοστάσια, να χρησιμοποιούν εγχώρια πρώτη ύλη, διότι διαφορετικά η μείωση του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης θα καταλήγει σε όφελος των Ευρωπαίων αγροτών που θα παράγουν την πρώτη ύλη.

Στο Κεφάλαιο 7 με βάση τα βιβλιογραφικά δεδομένα, επιχειρείται μία γνωριμία με το φυτό της ελαιοκράμβης (*Brassica napus*) καθώς τις απαιτήσεις τα προβλήματα της καλλιέργειας αυτού, δεδομένου ότι αποτελεί τη δεύτερη σε έκταση καλλιέργεια στο κόσμο στην παραγωγή λαδιού.

➤ Η τρίτη ενότητα περιλαμβάνει το πειραματικό μέρος, από το οποίο διαφαίνεται ότι μεταξύ των ενεργειακών πηγών από το ευρύτερο φάσμα της βιομάζας, η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης ως πηγή παραγωγής φυτικού λαδιού, παρουσιάζει ιδιαίτερο καλλιεργητικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας όπου και με βάση τις κλιματικές συνθήκες προσαρμόζεται αρκετά καλά.

Επιχειρείται λοιπόν στα κεφάλαια 7,8,9 και 10 η αποτίμηση της δυνατότητας παραγωγής λαδιού από ελαιοκράμβη στη χώρα μας, ύστερα από εγκατάσταση πειράματος στο Ν. Λάρισας. Το πείραμα είχε ως σκοπό τη μελέτη της συμπεριφοράς της ελαιοκράμβης στις ελληνικές συνθήκες και κυρίως στο Ν. Λάρισας. Αναφέρονται τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν, κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού και αφορούσαν αγρονομικά χαρακτηριστικά, ενώ γίνεται και η παρουσίαση – ερμηνεία των αποτελεσμάτων ως προς την απόδοση σε σπόρο, λάδι και διάφορα άλλα χαρακτηριστικά.

Πιο συγκεκριμένα, δοκιμάστηκαν οκτώ (8) ποικιλίες ελαιοκράμβης εκ των οποίων τρεις (3) χειμερινές και πέντε (5) ανοιζιάτικες. Οι ποικιλίες είναι οι: *ORKAN*, *VECTRA*, *SEMENSES* (χειμερινές), *ABILITY*, *GLADIATOR*, *LICOLY*, *LISONE* και *OASIS* από τις οποίες η *LISONE* καταστράφηκε ολοκληρωτικά λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε είναι των τυχαίοποιημένων πλήρων ομάδων (*Randomized Complete Blocks – RCB*) με τέσσερις(4) επαναλήψεις.

Παρατηρήθηκαν αποδόσεις υψηλότερες από αυτές που συνήθως αναφέρονται στη βιβλιογραφία, με την ποικιλία *OASIS* να δίνει τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο, με στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $F 0,05$, ενώ για $F 0,01$ οι υψηλότερες αποδόσεις σημειώθηκαν τόσο για την ποικιλία *OASIS* όσο και για την ποικιλία *VECTRA*.



Η περιεκτικότητα σε λάδι κυμάνθηκε σε επίπεδα περίπου ίδια με αυτά που αναφέρονται στη βιβλιογραφία, αν και υπήρξαν διαφοροποιήσεις στις δυο διαφορετικές αναλύσεις που έγιναν. Οι τιμές σε κάποιες βασικές ιδιότητες του παραγόμενου λαδιού (πυκνότητα και ιξώδες) δεν ήταν μακριά από τις ήδη αναφερόμενες στη βιβλιογραφία για το κραμβέλαιο. Πρέπει να τονιστεί επίσης, ότι η περιεκτικότητα των σπόρων των οκτώ (8) ποικιλιών σε πρωτεΐνη είναι αρκετά ικανοποιητική, με αποτέλεσμα από τη βιομηχανική επεξεργασία της ελαιοκράμβης για παραγωγή βιοκαυσίμων, τα οφέλη να είναι πολλαπλάσια. Αυτό συμβαίνει καθώς ο πλακούντας (πίττα) που προκύπτει μετά την επεξεργασία μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ζωοτροφή.

Συμπερασματικά, η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης παρουσιάζεται ως μια ελκυστική εναλλακτική λύση στα διαρθρωτικά προβλήματα του αγροτικού τομέα της χώρας μας, καθώς μπορεί να αποφέρει τεράστια περιβαλλοντικά, κοινωνικοοικονομικά και ενεργειακά οφέλη. Τα συμπεράσματα για την προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα της καλλιέργειας της ελαιοκράμβης είναι θετικά, αρκεί να εφαρμοστούν κάποιες βασικές τεχνικές, όπως προσεκτική προετοιμασία σποροκλίνης, πρώιμη και ομοιόμορφη σπορά, σωστός χρόνος συγκομιδής. Ωστόσο κρίνεται αναγκαία η συνέχιση της έρευνας για την απόκτηση επιπλέον τεχνογνωσίας σχετικά με την καλλιέργεια.



ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα μελέτη έχει ως σκοπό να ασχοληθεί με το ενεργειακό φυτό της ελαιοκράμβης, τόσο σε θεωρητικό, όσο και πρακτικό επίπεδο με την καλλιέργεια οκτώ (8) ποικιλιών σε πειραματικό αγρό στο αγρόκτημα του ΤΕΙ Λάρισας. Το θεωρητικό μέρος βασίζεται κυρίως σε ξένη βιβλιογραφία αμερικάνικη και γερμανική.

Η παρουσίαση της μελέτης χωρίζεται κυρίως σε δύο μέρη, το βιβλιογραφικό και το πειραματικό.

Η βιβλιογραφική ανασκόπηση περιλαμβάνει δύο ενότητες.

Στην πρώτη αναφέρονται οι λόγοι για τους οποίους καλείται η ελαιοκράμβη να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο στην ελληνική γεωργία ως φυτό, στα πλαίσια της αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών αφενός και αφετέρου ως παραγωγός ενέργειας. Επίσης αναλύεται το νομοθετικό πλαίσιο (ως ενεργειακό φυτό), η χρησιμότητα του φυτού, η περιγραφή του φυτού με τα διάφορα στάδια ανάπτυξής του, οι εδαφοκλιματικές απαιτήσεις του καθώς και η τεχνική της καλλιέργειάς του.

Στη δεύτερη γίνεται μία εκτενής αναφορά στον κύριο σκοπό καλλιέργειας του φυτού, δηλαδή την παραγωγή ενέργειας, ως βιοκαύσιμο. Συγκεκριμένα γίνεται μία λεπτομερής καταγραφή της ενεργειακής κατάστασης σε παγκόσμια και ευρωπαϊκή κλίμακα, του ρόλου που διαδραματίζουν τα φυτικά έλαια στην παραγωγή ενέργειας και ειδικότερα το ρόλο του «κραμβέλαιου» στην παραγωγή του βιοντήζελ.

Στο πειραματικό μέρος, που έχει ως σκοπό τη μελέτη της συμπεριφοράς της ελαιοκράμβης σε ελληνικές συνθήκες και ιδιαίτερα στο νομό Λάρισας, αναφέρονται τα υλικά και οι μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν, οι παρατηρήσεις που ελήφθησαν κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού και αφορούσαν αγρονομικά χαρακτηριστικά καθώς και η παρουσίαση – ερμηνεία των αποτελεσμάτων ως προς την απόδοση σε σπόρο, λάδι και διάφορα άλλα χαρακτηριστικά.

Στο τέλος παρατίθενται χρήσιμα συμπεράσματα που προέκυψαν από το πειραματικό μέρος και τα οποία, εάν εφαρμοστούν, μπορούν να εξασφαλίσουν μια μελλοντική καλλιέργεια, για τους Έλληνες και Θεσσαλούς γεωργούς στα πλαίσια της αναδιάρθρωσης των καλλιεργειών, αφού προσεχθούν και βελτιωθούν κάποια τεχνικά προβλήματα.



Το πειραματικό μέρος, δηλαδή η φθινοπωρινή καλλιέργεια, αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι της εκτεταμένης έρευνας που αφορούσε τις εποχές σποράς, δηλαδή και την ανοιξιάτικη σπορά, οι παρατηρήσεις της οποίας αφορούσαν την πτυχιακή εργασία του συναδέλφου Κ. Τσινίδη, με τον οποίο υπήρχε άριστη συνεργασία, σε όλη τη διάρκεια του πειραματικού μέρους, αλλά και στη συγγραφή αυτής της εργασίας.

Ιωάννινα, Ιανουάριος 2007

Ραμνιώτης Γεώργιος



ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα διαρθρωτικά προβλήματα του αγροτικού τομέα της χώρας μας, οι περιβαλλοντικές ανησυχίες για τις εκπομπές από την καύση ορυκτών καυσίμων, η εξαιρετικά σημαντική μείωση των αποθεμάτων της γης σε ορυκτά καύσιμα, η δέσμευση της Ευρωπαϊκής Ένωσης με το πρωτόκολλο του Κιότο για την περικοπή των εκπομπών διοξειδίων του άνθρακα κατά 15% ως το 2010 καθώς και η οδηγία 2003/30/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης, θέτουν τις ενεργειακές καλλιέργειες ως εναλλακτική λύση.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην Ελλάδα και ειδικότερα στη Θεσσαλία για την παραγωγή βιοκαυσίμων είναι η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος για βιοντήζελ, το σιτάρι, το κριθάρι, το καλαμπόκι, το γλυκό σόργο και τα ζαχαρότευτλα για βιοαιθανόλη.

Πίνακας 1 Παραγόμενα βιοκαύσιμα από διάφορα φυτά και οι στρεμματικές αποδόσεις σε σπόρο - χλωρή μάζα και καύσιμο [Κ.Α.Π.Ε.]

Βιοκαύσιμο	Καλλιέργεια	Απόδοση σε σπόρο - χλωρή μάζα * (kg/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (kg/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (lit/στρέμμα)
Βιοντήζελ	Ελαιοκράμβη	120-250	40-83	43-90
Βιοντήζελ	Ηλίανθος	120-210	40-70	43-75
Βιοαιθανόλη	Βαμβάκι	120-160	17-23	18-25
Βιοαιθανόλη	Σόγια	160-240	27-41	29-44
Βιοαιθανόλη	Σιτάρι	200-800	36-190	45-240
Βιοαιθανόλη	Καλαμπόκι	1.000-1.500	236-354	300-440
Βιοαιθανόλη	Ζαχαρότευτλα	6.000	475	600
Βιοαιθανόλη	Σόργο	7.000-10.000*	553-790	675-900

Η παραγωγή βιοκαυσίμων είναι η πιο ελκυστική εναλλακτική λύση στα διαρθρωτικά προβλήματα του αγροτικού τομέα της χώρας μας, καθώς και στο θεσμικό πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης, για τους παρακάτω λόγους:



- 1) Η αλλαγή της Κ.Α.Π θα προκαλέσει αναδιάρθρωση πολλών γεωργικών καλλιεργειών και ως εναλλακτική λύση μπορεί να θεωρηθεί η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών για παραγωγή βιοκαυσίμων.
- 2) Η προστασία του περιβάλλοντος, λόγω του ότι είναι πιο φιλικά στο περιβάλλον.
- 3) Τα υποχρεωτικά ποσοστά κατανάλωσης βιοκαυσίμων σε ποσοστό 5,75% των καυσίμων έως το 2010.
- 4) Η θέσπιση ειδικών φορολογικών κινήτρων από την Ε.Ε., με αποτέλεσμα η παραγωγή και η χρήση βιοκαυσίμων να είναι οικονομικά βιώσιμη.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, δηλαδή τις συνθήκες της νέας Κ.Α.Π., τις περιβαλλοντικές ανησυχίες, τις νέες μεθόδους κάλυψης των ενεργειακών αναγκών, το Νομοθετικό πλαίσιο και τις δεσμεύσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης, μεταξύ των υπολοίπων καλλιεργειών για παραγωγή φυτικών ελαίων, αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας από τον ευρύτερο τομέα της βιομάζας με επιπλέον ιδιαίτερο καλλιεργητικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας, σύμφωνα με τις κλιματολογικές συνθήκες στις οποίες προσαρμόζεται αρκετά καλά.

Τα φυτικά έλαια μετά από επεξεργασία - μετατροπή σε βιοντήζελ χρησιμοποιούνται όλο και περισσότερο ως καύσιμα μηχανών, είτε αυτούσια είτε σε μείγματα βιοντήζελ/ντήζελ (20/80 χωρίς μετατροπές στις μηχανές).

Για να τροποποιηθούν – βελτιωθούν οι διάφορες ιδιότητές τους και να αποκτήσουν την επιθυμητή συμπεριφορά κατά την καύση, απαιτούνται διάφοροι χειρισμοί.

Το βιοντήζελ είναι το καλύτερο εναλλακτικό καύσιμο με ιδιότητες (μετά από τις διάφορες επεξεργασίες, όπως είναι η μετεστεροποίηση, η δημιουργία μικρο-γαλακτωμάτων και η πυρόλυση) πολύ κοντά σε αυτές του συμβατικού ντήζελ και ιδιαίτερα στις τρεις (3) βασικές, αυτή του ιξώδους, του αριθμού κετανίου και της ανώτερης θερμογόνου δύναμης.



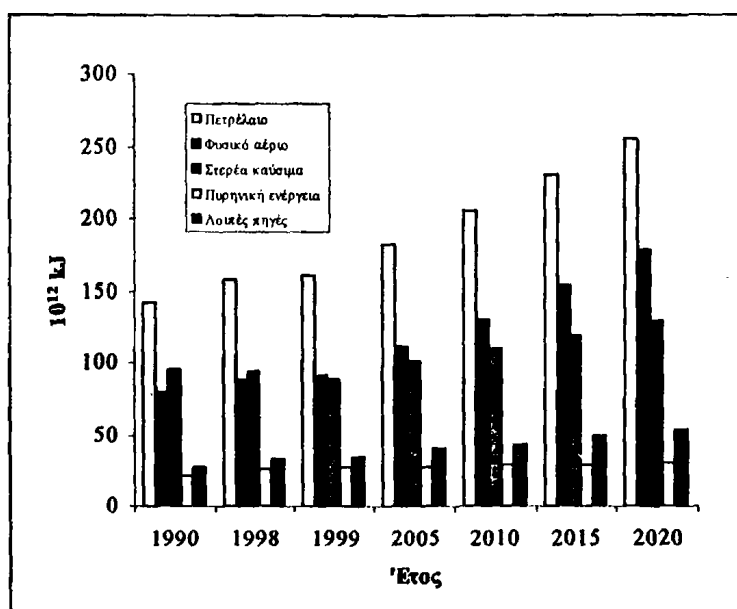
1. ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

1.1 Γενικά

Οι σύγχρονες κοινωνίες με την αύξηση του βιοτικού τους επιπέδου, καταναλώνουν ολοένα και μεγαλύτερες ποσότητες ενέργειας για τη θέρμανση χώρων, τα μέσα μεταφοράς, την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς και για τη λειτουργία των βιομηχανικών μονάδων. Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο ποσοστό ενέργειας που χρησιμοποιούμε προέρχεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας που είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη και ο άνθρακας. Πρόκειται για μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που αργά η γρήγορα θα εξαντληθούν. Από την άλλη πλευρά, οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (ΑΠΕ) ανανεώνονται μέσω του κύκλου της φύσης και θεωρούνται πρακτικά ανεξάντλητες. Ο ήλιος, ο άνεμος, τα ποτάμια, οι οργανικές ύλες, είναι πηγές ενέργειας που η προσφορά τους δεν εξαντλείται ποτέ. [73]

1.2 Παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αυξήθηκε κατά 4,3% το 2004, ποσοστό που ήταν το υψηλότερο από το 1984. Στην μεγάλη αύξηση της ζήτησης ενέργειας ευθύνονται οι ραγδαίως αναπτυσσόμενες οικονομίες της Ασίας. Ειδικότερα, η κατανάλωση καυσίμων στην Κίνα αυξήθηκε κατά 15,1%. [70]

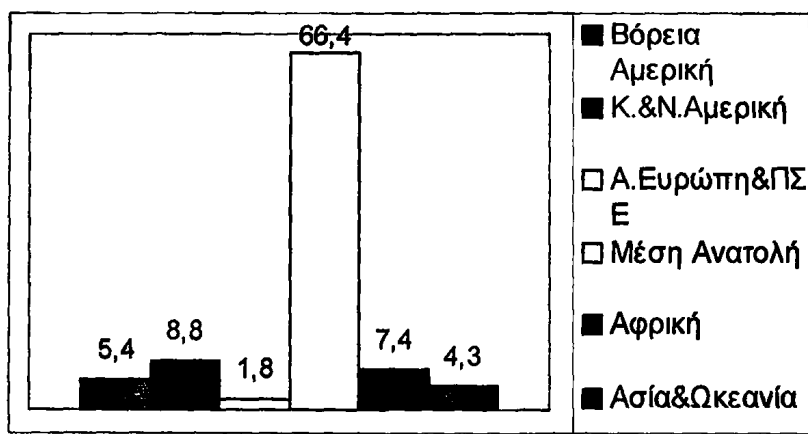


Διάγραμμα 1.1 Παγκόσμια κατανάλωση ανά είδος καυσίμου κατά τα έτη 1990 - 2020. [Δάβαρης Κ., 2005]



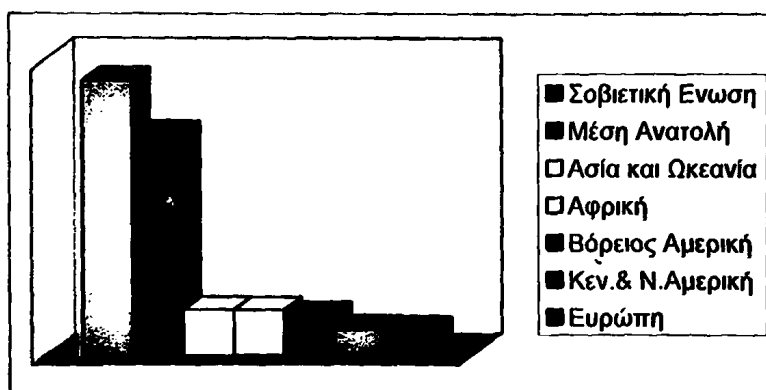
1.3 Το ενεργειακό πρόβλημα και οι συνέπειες από τη χρήση συμβατικών πηγών ενέργειας

Το ενεργειακό πρόβλημα του πλανήτη επικεντρώνεται στα υπάρχοντα αποθέματα πετρελαίου. Τα παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου υπολογίζονται σε 981,4 με 1.016,8 δισεκατομμύρια βαρέλια (International Energy Annual 1999, February 2001). Σύμφωνα με εκτιμήσεις του American Petroleum Institute, τα αποθέματα αυτά θα μπορούσαν να καλύψουν τις παγκόσμιες ανάγκες εφοδιασμού σε πετρέλαιο, για 45 περίπου χρόνια με σταθερή την κατανάλωση πετρελαίου στα σημερινά επίπεδα.



Διάγραμμα 1.2 Κατανομή των βεβαιωμένων αποθεμάτων πετρελαίου [76]

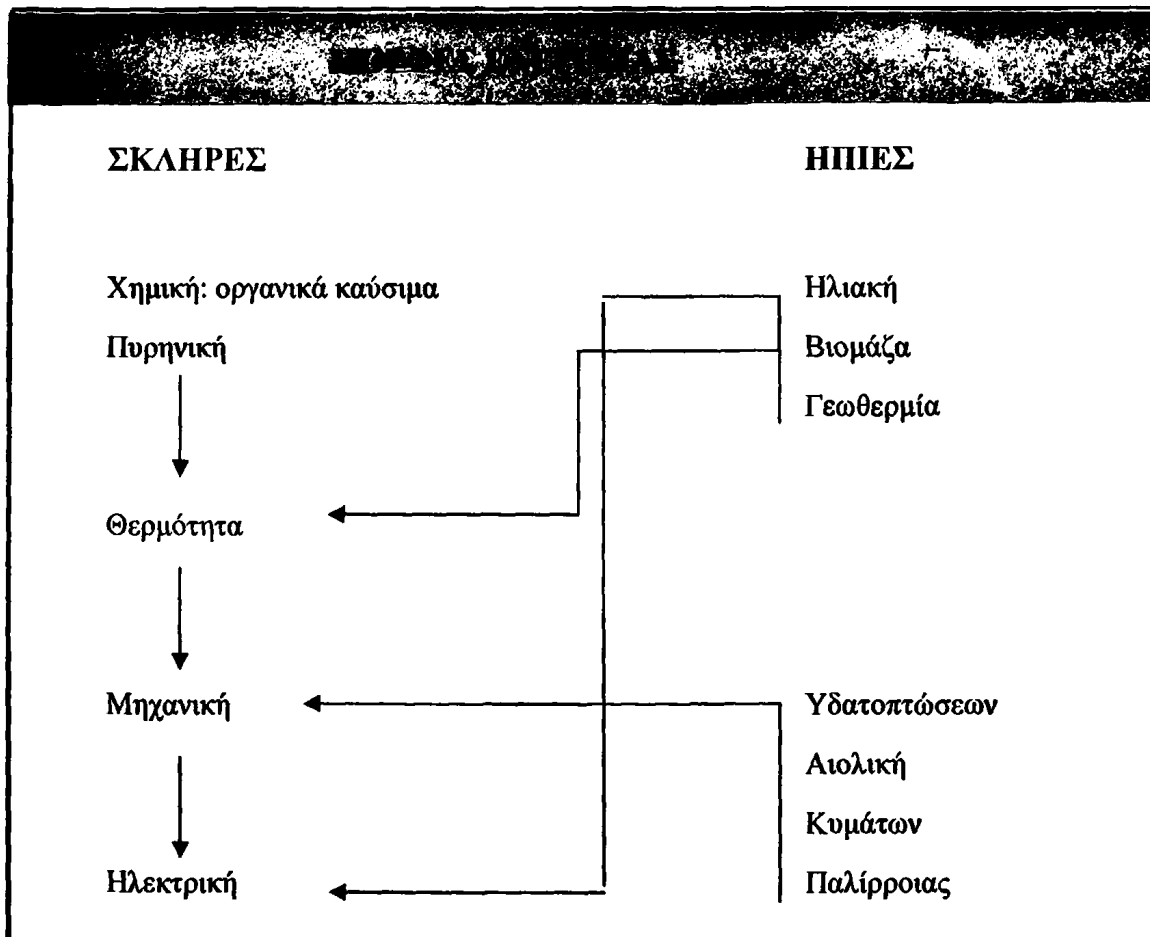
Όσον αφορά στο φυσικό αέριο, παρατηρείται αύξηση της κατανάλωσης όχι μόνο σε βιομηχανικό επίπεδο, αλλά και σε μεταφορές και σε οικιακές χρήσεις, εξαιτίας των περιβαλλοντικών και οικονομικών του πλεονεκτημάτων. Σύμφωνα με έρευνες τα αποθέματα φυσικού αερίου είναι κατανομημένα όπως στο σχήμα που ακολουθεί.



Διάγραμμα 1.3 Γεωγραφική κατανομή των βεβαιωμένων αποθεμάτων φυσικού αερίου [Στούρνας Σ. κ.ά. , 2002]

1.4 Μορφές ενέργειας

Η ενέργεια ως ιδιότητα της ύλης εμφανίζεται με πολλές μορφές. Τις διάφορες μορφές ενέργειας τις κατατάσσουμε σε δύο κατηγορίες ανάλογα με την πυκνότητά τους. Έτσι διακρίνουμε τις σκληρές και τις ήπιες μορφές ενέργειας. Οι μορφές ενέργειας και οι δυνατότητες μετατροπής τους φαίνονται στο διάγραμμα 1.4



Διάγραμμα 1.4 Μορφές ενέργειας και δυνατότητες μετατροπής τους

1.4.1 Σκληρές μορφές

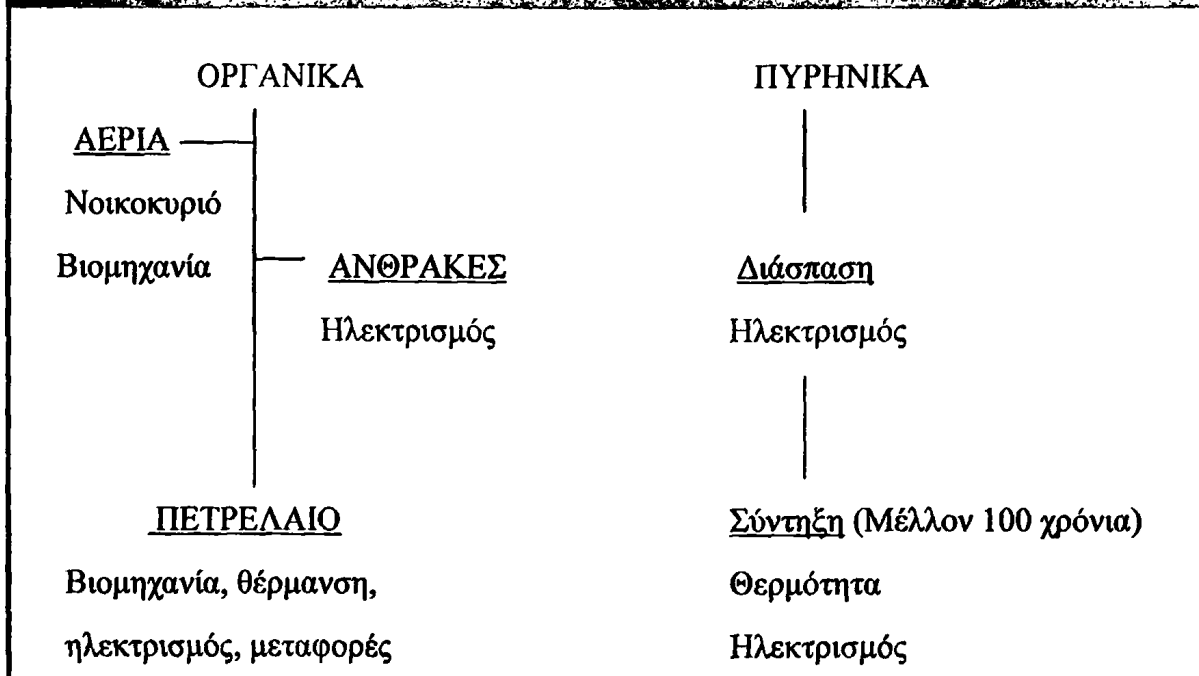
Όπως φαίνεται χαρακτηριστικά από το παραπάνω σχήμα, οι κύριες πηγές των σκληρών μορφών ενέργειας είναι η χημική και η πυρηνική ενέργεια. Τα οργανικά καύσιμα είναι προϊόντα βιομάζας παλαιότερων περιόδων που σχηματίστηκαν σε διάρκεια 800 εκατομμυρίων ετών. Εμφανίζονται σαν άνθρακας, πετρέλαιο ή αέριο. Βασικό χαρακτηριστικό τους είναι η μεγάλη πυκνότητά τους, π.χ. 1kg πετρελαίου περιέχει 12kWh ενέργεια. Διακρίνονται επίσης για την εύκολη μεταφορά και αποθήκευσή τους, καθώς και για τις



σχετικά απλές συσκευές που απαιτούνται για την καύση τους κι επομένως για την μετατροπή τους σε θερμότητα. Τα πυρηνικά καύσιμα είναι κυρίως το Ουράνιο και το Θόριο. Τα στοιχεία αυτά υπάρχουν στο εσωτερικό της γης από την εποχή της γένεσής της. Η πυρηνική ενέργεια χαρακτηρίζεται κυρίως από την πάρα πολύ μεγάλη πυκνότητά της. Κατά την πυρηνική διάσπαση παρατηρείται έλλειμμα μάζας, το οποίο μετατρέπεται σε ενέργεια κατά τη σχέση $E=mc^2$. Έτσι όταν εξαφανίζεται 1kg μάζας εμφανίζεται αντίστοιχα ενέργεια $25 \cdot 10^6$ MWh, ποσότητα που πλησιάζει τη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στη χώρα μας. Αξίζει να αναφερθεί ότι τα πυρηνικά καύσιμα από το 1973 και μετά άρχισαν να εισέρχονται στην παραγωγή ενέργειας με ταχύτατο ρυθμό. Σήμερα οι σκληρές μορφές ενέργειας έχουν επικρατήσει και χρησιμοποιούνται σε όλες σχεδόν τις δραστηριότητες του σύγχρονου ανθρώπου. Οι κύριες χρήσεις τους, φαίνονται στο σχήμα 1.5 που ακολουθεί.

ΣΚΛΗΡΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

ΚΑΥΣΙΜΑ

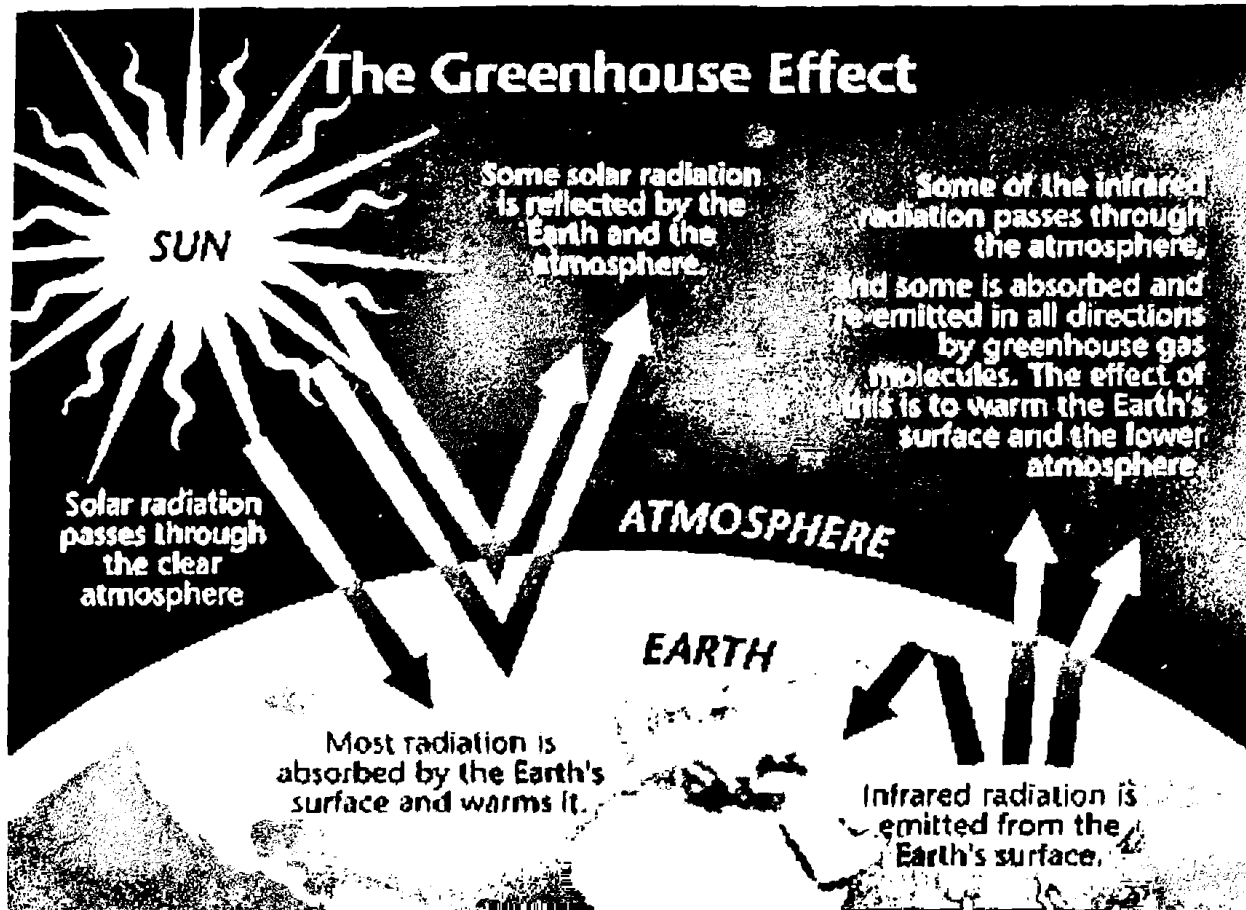


Διάγραμμα 1.5 Κύριες χρήσεις των σκληρών μορφών ενέργειας

Απαραίτητη όμως είναι η επισήμανση των αρνητικών επιπτώσεων της συνεχούς χρήσης των οργανικών και πυρηνικών καυσίμων.

Το σημαντικότερο πρόβλημα από την χρήση του πετρελαίου, είναι η δημιουργία μιας σειράς περιβαλλοντικών προβλημάτων με κυριότερο το γνωστό σε όλους, **φαινόμενο του θερμοκηπίου**.





Εικόνα 1.1 Το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα εντείνει την εμφάνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου, με αποτέλεσμα την αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη από την οποία και προκύπτουν σημαντικά άλλα προβλήματα, όπως λιώσιμο των πολικών πάγων, αύξηση της στάθμης των ωκεανών και πολλά άλλα.

Οργανικά καύσιμα: Κατά την καύση των οργανικών καυσίμων παράγονται επιβλαβείς ουσίες, η δράση των οποίων είναι καταστροφική για το περιβάλλον :

- CO₂ : ανύψωση της θερμοκρασίας της γης
- SO₂ : όξινη βροχή
- NO_x : όξινη βροχή, νέφος
- CO : δηλητήριο
- HC : αιθαλομίχλη
- Καπνιά : καρκινογόνος

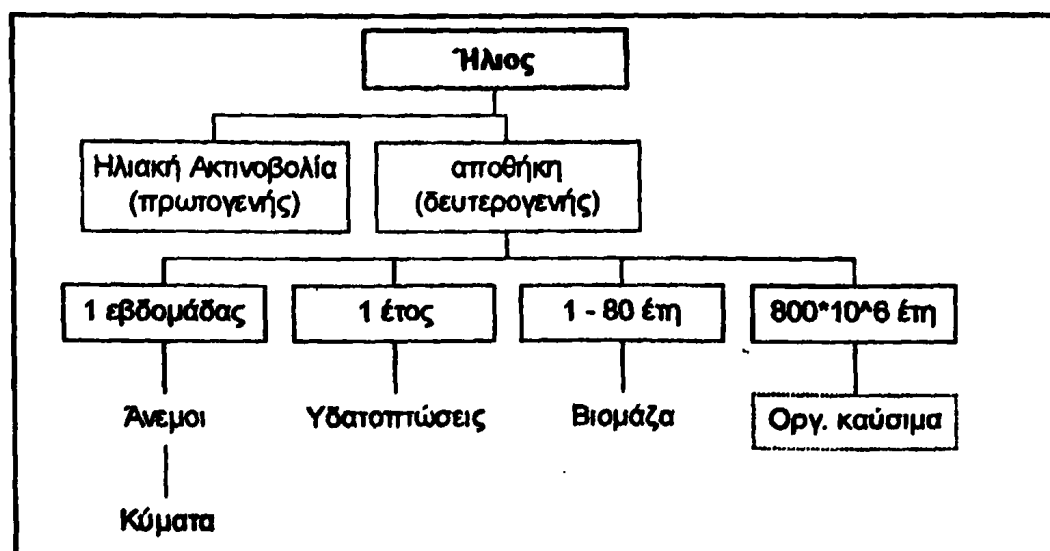
Πυρηνικά καύσιμα: Κατά την μετατροπή των πυρηνικών καυσίμων σε θερμότητα δεν παράγονται καυσαέρια που να ρυπαίνουν το περιβάλλον. Η ραδιενεργή όμως ακτινοβολία που διαχέεται στην ατμόσφαιρα έχει άμεσες αρνητικές επιπτώσεις σε όλο τον κόσμο και κυρίως στην ανθρώπινη υγεία. Πρέπει επίσης να επισημανθεί ότι τα προϊόντα της σχάσης είναι ραδιενεργά με χρόνους ημιζωής που φτάνουν έως και τα 25.000 έτη. Συνοπτικά οι κίνδυνοι ραδιενεργού ακτινοβολίας από τους θερμοπυρηνικούς σταθμούς μπορούν να προέλθουν από:

- Ανασφαλή λειτουργία
- Επανεπεξεργασία των προϊόντων σχάσης
- Απόθεση ραδιενεργών αποβλήτων

Οι σκληρές μορφές ενέργειας όμως διακρίνονται κι από το ότι δεν είναι ανανεώσιμες. Για το λόγο αυτό δεν θα πρέπει να αναφερόμαστε σε πηγές, αλλά σε αποθήκες ή δεξαμενές ενέργειας. Αυτόματα, λοιπόν, καταλαβαίνουμε ότι για να επαρκέσουν τα υπάρχοντα αποθέματα θα πρέπει κάποια στιγμή να στραφούμε στη χρήση διαφορετικών πηγών ενέργειας. [34]

1.4.2 Ήπιες μορφές

Οι ήπιες μορφές ενέργειας μπορούν να χωριστούν σε αυτές που προέρχονται από τον ήλιο (διάγραμμα 1.6), όπως ηλιακή ακτινοβολία, αιολική, υδατοπτώσεις και βιομάζα και σε αυτές που έχει η γη όπως είναι η γεωθερμία και η παλίρροια.



Διάγραμμα 1.6 Μορφές ενέργειας που προέρχονται από τον ήλιο



Στον ήλιο γίνονται πυρηνικές αντιδράσεις σύντηξης που απελευθερώνουν ροή ενέργειας $10 \cdot 10^9$ ΜΡΕΓ (όπου ΜΡΕΓ= Μονάδα Ροής Ενέργειας Γης, $1 \text{ ΜΡΕΓ} = 10 \cdot 10^6 \text{ MW}$). Η ενέργεια αυτή ακτινοβολείται προς όλες τις κατευθύνσεις. Στη Γη φτάνουν μόνο 10.000 ΜΡΕΓ. Η ενέργεια αυτή φτάνει με μέγιστη πυκνότητα 1 kW/m^2 και επανακτινοβολείται στο διάστημα. Μόνο το 0,04% ή 4 ΜΡΕΓ κατακρατούνται μέσω της φωτοσύνθεσης και παράγουν τη βιομάζα. Η ηλιακή ακτινοβολία απορροφάται προσωρινά από την επιφάνεια της Γης. Έτσι το νερό εξατμίζεται και παράγει τις βροχοπτώσεις κι επομένως και τις υδατοπτώσεις. Επειδή οι ακτίνες του ήλιου πέφτουν σχεδόν παράλληλα πάνω στη Γη προκαλείται μια διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ Ισημερινού και Πόλων. Αποτέλεσμα της διαφοράς αυτής είναι η δημιουργία των ανέμων και των κυμάτων.

Οι ήπιες μορφές ενέργειας είναι πραγματικές πηγές ενέργειας γιατί είναι ανανεώσιμες. Στην προκειμένη περίπτωση μπορούμε να μιλάμε για ροή ενέργειας. Οι ροές των ήπιων μορφών ενέργειας δίνονται στον πίνακα 1.1.

Πίνακας 1.1 Διαθέσιμη ροή ενέργειας ήπιων μορφών [Μαρτζόπουλος Γ., 1993]

ΡΟΕΣ ΗΠΙΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ		
Μορφή Ενέργειας	$\times 10^6 \text{ MW}$	ΜΡΕΓ
Ηλιακή ακτινοβολία	100.000	10.000
Βιομάζα	40	4
Αιολική		
Υδατοπτώσεων	20.000	2.000
Κυμάτων		
Γεωθερμία	10	1
Παλίρροια	0,03	

Με τη χρήση των εναλλακτικών πηγών ενέργειας συντελείται μια προσπάθεια προστασίας του περιβάλλοντος, αλλά και η ενεργειακή ανεξάρτηση της ανθρωπότητας από τους εξαντλήσιμους ενεργειακά πόρους.

Πολλές χώρες έχουν σημαντικές τέτοιες πηγές ενέργειας που συνεισφέρουν σημαντικά στο ενεργειακό τους ισοζύγιο και μειώνουν την εξάρτησή τους από το εισαγόμενο πετρέλαιο, συντελώντας παράλληλα και στην προστασία του περιβάλλοντος.



Η Ελλάδα διαθέτει αξιόλογο δυναμικό Α.Π.Ε., οι οποίες μπορούν να προσφέρουν μια πραγματική εναλλακτική λύση για την κάλυψη των ενεργειακών μας αναγκών.

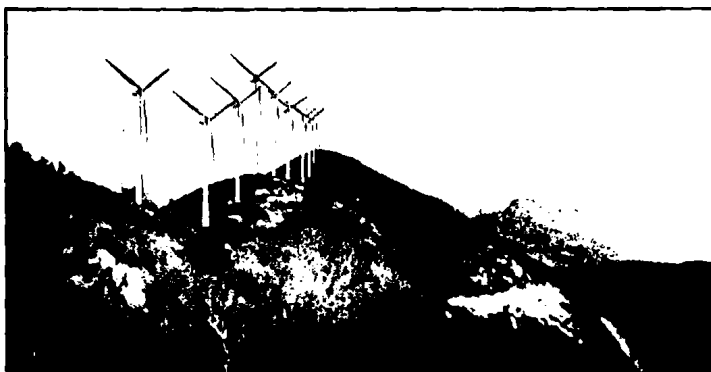
❖ Ενέργεια βιομάζας

Γενικά, ως βιομάζα ορίζεται η ύλη που έχει οργανική προέλευση. Πρακτικά στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο (οι φυτικές ύλες, τα υποπροϊόντα της φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής και μέρος των αστικών λυμάτων και σκουπιδιών βιολογικής προέλευσης).

Στην Ελλάδα, τα διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα, καθώς και οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να καλύψουν ενεργειακά το 30 - 40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως. Εντούτοις, με βάση τα σημερινά δεδομένα, από τη χρήση του βιοντίζελ καλύπτεται μόνο το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών.

❖ Αιολική Ενέργεια

Στον Ελλαδικό χώρο και ιδιαίτερα στην νησιωτική Ελλάδα η δημιουργία αιολικών πάρκων είναι εφαρμόσιμη και δύναται να καλύψει ένα μεγάλο μέρος των αναγκών της σε ενέργεια.



Εικόνα 1.2 Αιολικό πάρκο [74]

❖ Υδραυλική Ενέργεια

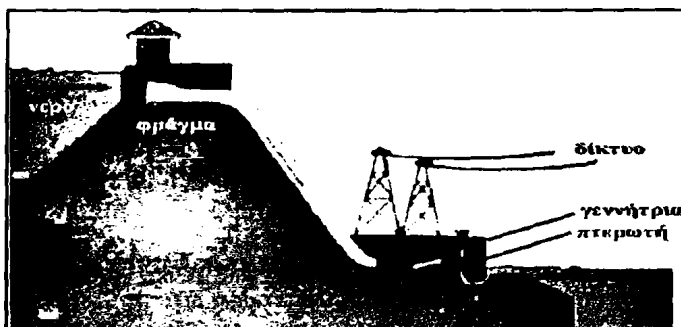
Το νερό έχει δυναμική ενέργεια, η οποία μετατρέπεται σε κινητική, όταν το νερό ρέει από περιοχές με μεγάλο υψόμετρο προς χαμηλότερες περιοχές. Την ενέργεια αυτή του νερού την εκμεταλλευόμαστε για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος. Η χρήση της υδραυλικής ενέργειας έχει πολλά πλεονεκτήματα, όπως:



- Άμεση λειτουργία υδροηλεκτρικών σταθμών μόλις ζητηθεί επιπλέον ηλεκτρική ενέργεια.
- Ικανοποίηση και άλλων αναγκών, μέσω των υδροταμιευτήρων, (ύδρευση, άρδευση, δημιουργία υδροτόπων, χώροι αναψυχής κ.ά.).

Έχει όμως και **μειονεκτήματα**, όπως:

- Μεγάλο κόστος κατασκευής φραγμάτων και εξοπλισμού των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής.
- Έντονη περιβαλλοντική αλλοίωση στην περιοχή του ταμιευτήρα.



Σχδιάγραμμα 1.7 Υδροηλεκτρικό φράγμα και εργοστάσιο παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας [71]

❖ Ηλιακή Ενέργεια

Η χρησιμοποίηση του ήλιου για παραγωγή ενέργειας είναι συνηθισμένη σήμερα για θερμότητα, φως, ζεστό νερό κ.λπ. σε σπίτια, επιχειρήσεις και βιομηχανίες. Τα συστήματα εκμετάλλευσης της ηλιακής ενέργειας διακρίνονται σε:

- *Φωτοβολταϊκά* συστήματα τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια κατευθείαν από το φως του ήλιου.
- *Συγκεντρωτικά ηλιακά συστήματα* που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια για να παράγουν ηλεκτρική.
- *Παθητικά ηλιακά συστήματα*, τα οποία εκμεταλλεύονται απευθείας την ηλιακή ενέργεια για θέρμανση, ψύξη ή φωτισμό.

Στην Ελλάδα εφαρμόζεται κυρίως η χρήση παθητικών συστημάτων, λόγω της μεγάλης ηλιοφάνειας και του ήπιου κλίματος. Ένα σύστημα τέτοιου είδους είναι και οι ηλιακοί θερμοσίφωνες, οι οποίοι βρίσκουν ευρεία εφαρμογή σε οικιακή χρήση.

Μεγάλα φωτοβολταϊκά συστήματα, έχουν εγκατασταθεί στην Ελλάδα από τη ΔΕΗ και χρησιμοποιούνται για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας για τα νησιά.[75]



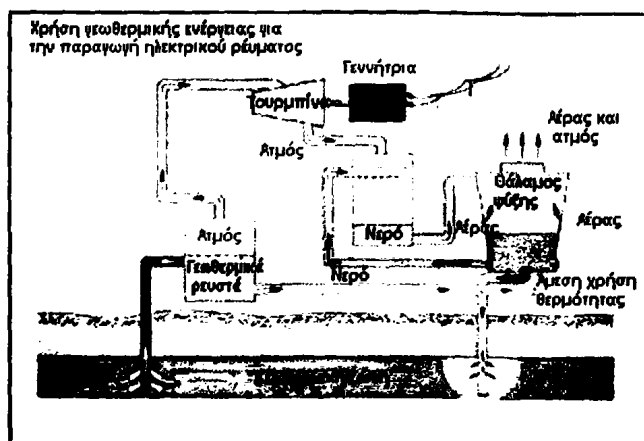


Εικόνα 1.3 Σπίτια που χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια [75]

❖ Γεωθερμική Ενέργεια

Γεωθερμική ενέργεια ονομάζεται η θερμική ενέργεια που προέρχεται από το εσωτερικό της γης και εμφανίζεται με τη μορφή θερμού νερού ή ατμού.

Η Ελλάδα λόγω των ειδικών γεωλογικών συνθηκών της είναι πλούσια σε αυτή τη μορφή ενέργειας. Η γεωθερμική ενέργεια μπορεί να χρησιμοποιηθεί εκτός από τη θέρμανση κτιρίων και για θέρμανση θερμοκηπίων, ιχθυοκαλλιεργειών, κλπ.[77]



Σχεδιάγραμμα 1.8 Χρήση γεωθερμικής ενέργειας για την παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος [77]

❖ Ενέργεια Υδρογόνου

Το υδρογόνο είναι το απλούστερο και ταυτόχρονα το πιο άφθονο στοιχείο στον κόσμο, έχει την υψηλότερη ενέργεια ανά μονάδα βάρους από οποιοδήποτε άλλο γνωστό καύσιμο και η μηχανή που καίει καθαρό υδρογόνο δεν ρυπαίνει το περιβάλλον, αφού από την καύση του υδρογόνου με οξυγόνο παράγεται μόνο νερό και θερμότητα.

❖ Ενέργεια Θαλασσών

Οι θάλασσες μπορούν να μας προσφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας, είτε μέσω των κυμάτων, είτε μέσω τις παλίρροιας.



1.4.3 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Εναλλακτική ενεργειακή λύση

Η κοινωνική οργάνωση των ανθρώπων σήμερα, ιδιαίτερα σε χώρες όπως η Ελλάδα, στηρίζεται πλέον σε υψηλό ποσοστό σε ορυκτά καύσιμα όπως είναι το πετρέλαιο και το κάρβουνο και αναμένεται στα επόμενα χρόνια η εισαγωγή του φυσικού αερίου σε μεγαλύτερη έκταση και με μεγαλύτερη διάδοση σε σχέση με σήμερα. Ωστόσο οι κοινωνίες μας σήμερα έχουν να αντιμετωπίσουν δύο σημαντικά προβλήματα:

α) *Το πρόβλημα των πεπερασμένων ποσοτήτων των ορυκτών ενεργειακών καυσίμων που υπάρχουν στον πλανήτη.*

Υπάρχουν διάφορες εκτιμήσεις που σχετίζονται με την επάρκεια του πετρελαίου για τα επόμενα χρόνια. Σύμφωνα με τις εταιρείες πετρελαίου και με βάση τα γνωστά αποθέματα σήμερα, θα υπάρξει επάρκεια πετρελαίου για τα επόμενα 65 χρόνια, επάρκεια φυσικού αερίου για λίγο περισσότερο και κάρβουνου για 200 περίπου χρόνια. [86]

Υπάρχουν άλλες εκτιμήσεις που ήδη έχουν αρχίσει να διαφαίνονται στον ορίζοντα, κατά τις οποίες από το 2010 θα υπάρξει μεγάλη αδυναμία της παραγωγής να καλύψει τη ζήτηση, με αποτέλεσμα μια μεγάλη άνοδο της τιμής του πετρελαίου.

β) *Τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα που έχει δημιουργήσει η χρήση των απολιθωμένων καυσίμων.*

Τα προβλήματα αυτά, που ξεκινούν από την υπερβολική ρύπανση των μεγαλουπόλεων και καταλήγουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου, είναι πολύ πιθανό στο επόμενο διάστημα να δημιουργήσουν διαταραχές στο κλίμα της γης, οι οποίες θα θέσουν σε κίνδυνο τη ζωή στον πλανήτη.

Στα παραπάνω προβλήματα μπορεί να προστεθεί και η σοβαρή αρνητική επίπτωση σε όλο τον κόσμο και κυρίως στην ανθρώπινη υγεία από τη ραδιενεργό ακτινοβολία που διαχέεται στην ατμόσφαιρα.

Η χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας θα μπορούσε να βοηθήσει σημαντικά στην άμβλυση των προβλημάτων και στη διατήρηση του εφοδιασμού του ανθρώπου με ενέργεια που είναι αναγκαία για τη διαβίωσή του. Οι λόγοι για τους οποίους πρέπει να προωθηθούν οι τεχνολογίες Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, όπως επισημαίνονται και από το Κ.Α.Π.Ε. (Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας) συνοψίζονται στα εξής:



- Είναι τεχνολογίες φιλικές προς το περιβάλλον, καθώς η αξιοποίησή τους δε συνοδεύεται καθόλου ή συνοδεύεται από μειωμένη παραγωγή ρύπων ή αερίων, που ενισχύουν τον κίνδυνο για κλιματικές αλλαγές.
- Συντελούν στη βιώσιμη ανάπτυξη, δεδομένου ότι τα ορυκτά καύσιμα εξαντλούνται.
- Συνεισφέρουν στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού. Η Ευρωπαϊκή Ένωση εξαρτάται σε ποσοστό άνω του 50% από τις εισαγωγές ορυκτών καυσίμων.
- Συμβάλλουν στην αύξηση της απασχόλησης και γενικότερα του κοινωνικο-οικονομικού οφέλους των πολιτών.

Σύμφωνα με στοιχεία του Κ.Α.Π.Ε., το 2001 η ενέργεια από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας που παράγονταν στην Ελλάδα, ανέρχονταν σε 1,02 TWh, με το ποσοστό συμμετοχής τους να φτάνει το 2003 στο 8,4% της συνολικά παραγόμενης ενέργειας (με το 1,6% να προέρχεται από την αιολική ενέργεια, μικρά υδροηλεκτρικά, βιομάζα και φωτοβολταϊκά και το 6,8% από μεγάλα υδροηλεκτρικά).

1.4.4 Βιομάζα

Η παγκόσμια αγορά ενέργειας στηρίζεται, σήμερα, κυρίως στα οργανικά καύσιμα (πετρέλαιο, φυσικό αέριο). Τα αποθέματά τους, όμως, είναι πεπερασμένα και με τη συνεχή χρήση τους, εξαντλούνται. Η μοναδική φυσική πηγή ενέργειας, η οποία περιέχει άνθρακα και γνωρίζουμε ότι η ποσότητά της είναι τέτοια ώστε να μπορέσει να υποκαταστήσει τα οργανικά καύσιμα, είναι η βιομάζα. Βιομάζα είναι τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης κι από ενεργειακής άποψης θεωρούνται φυσικοί αποταμιευτές ή συσσωρευτές ηλιακής ενέργειας. Ο όρος βιομάζα δεν είναι ακριβής χημικός όρος. Χρησιμοποιείται συνήθως για να υποδηλώσει τις εξής κατηγορίες υλικών:

- Υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής.
- Παραπροϊόντα της βιομηχανικής επεξεργασίας των προϊόντων αυτών.
- Προϊόντα φυσικών δασών και ειδικών φυτειών δασικού ή γεωργικού τύπου με στόχο την παραγωγή ενέργειας (ενεργειακές φυτείες).
- Αστικά απόβλητα, στερεά (σκουπίδια), υγρά (λύματα).



Τα προϊόντα αυτά θεωρούνται ενεργειακά αξιοποιήσιμα από οικονομική άποψη, εφόσον η αξία τους για απευθείας χρήση ή μετά από επεξεργασία είναι χαμηλότερη ή λιγότερο αναγκαία από αυτή που αποδίδεται από την ενεργειακή τους εκμετάλλευση. Σημαντική ιδιομορφία της βιομάζας είναι ότι οι περισσότερες μορφές της είναι κατάλοιπα (παραπροϊόντα, απόβλητα) της εν γένει δραστηριότητας του ανθρώπου και η αντιμετώπισή τους σαν ενεργειακό πόρο εντάσσεται σε ένα ευρύτερο κι από πολλές πλευρές σημαντικότερο πεδίο, αυτό της προστασίας του περιβάλλοντος. Η συμμετοχή των προϊόντων της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς παγκοσμίως είναι ίση με το 1/5 αυτής του πετρελαίου, τέσσερις φορές μεγαλύτερη αυτής των υδατοπτώσεων, 60 φορές μεγαλύτερη του ουρανίου και 800 περίπου φορές περισσότερη από τη γεωθερμική ενέργεια.

1.4.4.1 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Η βιομάζα, είτε προέρχεται από γεωργικά ή δασοπονικά υπολείμματα, είτε από καλλιεργούμενα φυτά, πρέπει στη συνέχεια να μετασχηματιστεί σε αέρια, υγρά ή στερεά καύσιμα, σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό, πριν από την τελική της χρησιμοποίηση (διάγραμμα 1.9).

Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας είναι διάφορες, διακρίνονται δε σε **θερμοχημικές** (ξηρές) και σε **βιοχημικές** (υγρές). Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τα βασικά στοιχεία, που είναι η σχέση C/N και η περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής.

Οι θερμοχημικές διεργασίες για την ενεργειακή μετατροπή της οργανικής ύλης εφαρμόζονται για τη βιομάζα με σχέση C/N μεγαλύτερη του 30% και ποσοστό υγρασίας μικρότερο του 35% (προϊόντα και υπολείμματα κυτταρινικά και ξυλώδη). Οι διεργασίες στηρίζονται στις προκαλούμενες χημικές αντιδράσεις λόγω της θερμικής δράσης.

. Στις θερμοχημικές διεργασίες υπάγονται:

- **Η πυρόλυση** (θέρμανση χωρίς την παρουσία αέρα)
- **Η απευθείας καύση**
- **Η αεριοποίηση**
- **Η υδρογονοδιάσπαση**



Τα προϊόντα αυτά θεωρούνται ενεργειακά αξιοποιήσιμα από οικονομική άποψη, εφόσον η αξία τους για απευθείας χρήση ή μετά από επεξεργασία είναι χαμηλότερη ή λιγότερο αναγκαία από αυτή που αποδίδεται από την ενεργειακή τους εκμετάλλευση. Σημαντική ιδιομορφία της βιομάζας είναι ότι οι περισσότερες μορφές της είναι κατάλοιπα (παραπροϊόντα, απόβλητα) της εν γένει δραστηριότητας του ανθρώπου και η αντιμετώπισή τους σαν ενεργειακό πόρο εντάσσεται σε ένα ευρύτερο κι από πολλές πλευρές σημαντικότερο πεδίο, αυτό της προστασίας του περιβάλλοντος. Η συμμετοχή των προϊόντων της βιομάζας για ενεργειακούς σκοπούς παγκοσμίως είναι ίση με το 1/5 αυτής του πετρελαίου, τέσσερις φορές μεγαλύτερη αυτής των υδατοπτώσεων, 60 φορές μεγαλύτερη του ουρανίου και 800 περίπου φορές περισσότερη από τη γεωθερμική ενέργεια.

1.4.4.1 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

Η βιομάζα, είτε προέρχεται από γεωργικά ή δασοπονικά υπολείμματα, είτε από καλλιεργούμενα φυτά, πρέπει στη συνέχεια να μετασχηματιστεί σε αέρια, υγρά ή στερεά καύσιμα, σε θερμότητα ή ηλεκτρισμό, πριν από την τελική της χρησιμοποίηση (διάγραμμα 1.9).

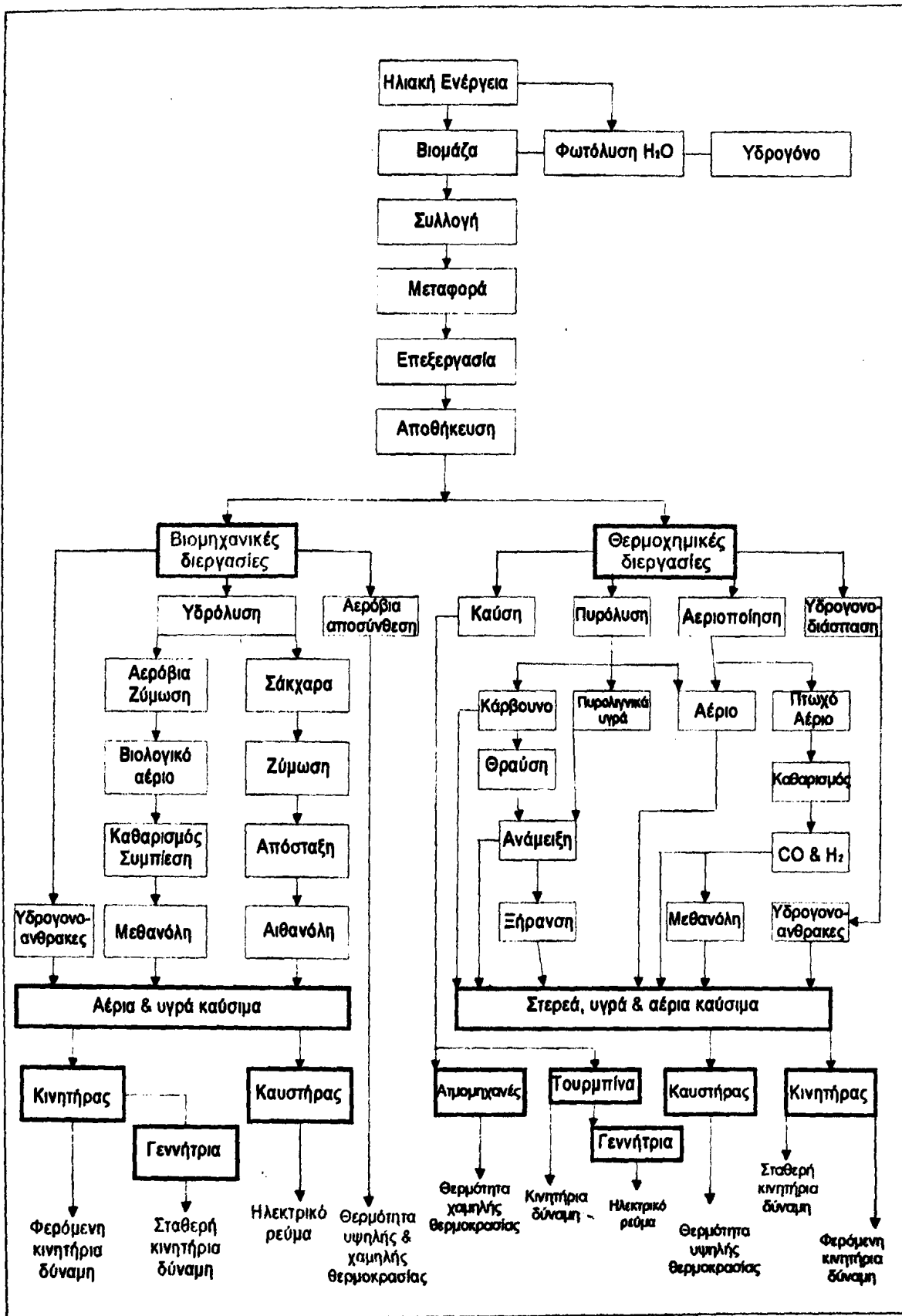
Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας είναι διάφορες, διακρίνονται δε σε **θερμοχημικές** (ξηρές) και σε **βιοχημικές** (υγρές). Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τα βασικά στοιχεία, που είναι η σχέση C/N και η περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων την ώρα της συλλογής.

Οι θερμοχημικές διεργασίες για την ενεργειακή μετατροπή της οργανικής ύλης εφαρμόζονται για τη βιομάζα με σχέση C/N μεγαλύτερη του 30% και ποσοστό υγρασίας μικρότερο του 35% (προϊόντα και υπολείμματα κυτταρινικά και ξυλώδη). Οι διεργασίες στηρίζονται στις προκαλούμενες χημικές αντιδράσεις λόγω της θερμικής δράσης.

. Στις θερμοχημικές διεργασίες υπάγονται:

- **Η πυρόλυση** (θέρμανση χωρίς την παρουσία αέρα)
- **Η απευθείας καύση**
- **Η αεριοποίηση**
- **Η υδρογονοδιάσπαση**





Διάγραμμα 1.9 Διεργασίες μετατροπής της βιομάζας



Οι βιοχημικές διεργασίες αφορούν τις διεργασίες εκείνες, κατά τις οποίες οι χημικές αντιδράσεις προκαλούνται με την παρουσία ενζύμων, μυκήτων ή άλλων μικροοργανισμών. Οι βιοχημικές απαιτούν είδη βιομάζας φυτικής ή ζωικής προέλευσης με αναλογία C/N μικρότερη του 30% και υγρασία περισσότερη του 35%.

Στις βιοχημικές διεργασίες υπάγονται:

- Αερόβια ζύμωση
- Αναερόβια ζύμωση
- Αλκοολική ζύμωση

Το μέσο ενεργειακό περιεχόμενο της βιομάζας είναι περίπου 16 MJ ανά κιλό ξηράς ουσίας και ενεργειακά ισοδυναμεί με 0,4 kg πετρελαίου. Το ενεργειακό περιεχόμενο των βασικών βιοκαυσίμων σε σύγκριση με αυτό των ορυκτών καυσίμων φαίνεται στον πίνακα 1.2.

Πίνακας 1.2 Μέσο ενεργειακό περιεχόμενο βιοκαυσίμων [Μαρτζόπουλος Γ.]

Πετρέλαιο & Παράγωγα	40 – 45
Ανθρακίτης	35
Φυσικό αέριο (μεθάνιο)	56
Ανθρακαέριο	9
Ξύλο (ξηρό)	16
Ξυλοκάρβουνο	28
Ξυλαέριο	10 – 20
Άχυρα	16 – 18
Στελέχη Ηλίανθου	20
Ζωική κόπρος (βουστασίων)	14
Μεθανόλη	20
Αιθανόλη	28
Βιοαέριο	2– 3
Bio-Diesel	37 – 40
Υδρογόνο	118



Από τα καύσιμα αυτά, το υδρογόνο παρουσιάζει υψηλό ενεργειακό ενδιαφέρον, αλλά η παραγωγή υδρογόνου από βιομάζα βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο. Από τα υπόλοιπα βιοκαύσιμα, η αιθανόλη είναι καύσιμο κατάλληλο για παραγωγή μηχανικού έργου και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υποκατάστατο ή πρόσθετο της βενζίνης. Το ενεργειακό ισοζύγιο (ενέργεια παραγωγής / ενέργεια απόδοσης) των αλκοολών είναι 1:2 – 2,5. Το βιοαέριο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για θέρμανση ή παραγωγή έργου και υποκαθιστά τη βενζίνη αλλά μόνο σε εν στάση κινητήρες, επειδή δεν υγροποιείται ούτε συμπιέζεται και η αποθήκευσή του απαιτεί μεγάλου όγκου δοχείο. Τα φυτικά έλαια (bio-diesel) είναι κατάλληλα τόσο για παραγωγή θερμότητας όσο και έργου. Τα φυτικά έλαια με κατάλληλη επεξεργασία μπορούν να υποκαταστήσουν το πετρέλαιο θέρμανσης και κίνησης. Το ενεργειακό ισοζύγιο των φυτικών ελαίων είναι 1:5 – 6,5. Το ξυλοκάρβουνο είναι ένα στερεό καύσιμο και προέρχεται από την πυρόλυση της βιομάζας. Χρησιμοποιείται για θέρμανση και κίνηση με τη χρήση μηχανών εξωτερικής καύσεως. Τέλος η απευθείας καύση στερεών καυσίμων βιομάζας χωρίς μετατροπή, όπως ξύλο, άχυρο, πυρηνόξυλο κ.ά., χρησιμοποιούνται ακριβώς όπως το ξυλοκάρβουνο. Η σωστή καύση των υλικών αυτών εξαρτάται από την ποσότητα οξυγόνου, που παρέχεται με τον αέρα στους καυστήρες στερεών καυσίμων, και διαφέρει ανάλογα με την περιεκτικότητά τους σε υγρασία.[34,19]

Πίνακας 1.3 Ενεργειακές καλλιέργειες μεγάλης κλίμακας [Μαρτζόπουλος Γ.]

Βραζιλία	ζαχαροκάλαμο	αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	9 εκατομμύρια τόνοι / έτος
Η.Π.Α.	καλαμπόκι	αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	4 εκατομμύρια τόνοι / έτος
Γαλλία	ζαχαρότευτλα, σιτάρι, κ.λπ.	αλκοόλη	καύσιμο μεταφοράς	75.000 τόνοι / έτος
Άλλες χώρες Της Ε.Ε.	ελαιοκράμβη και ηλιάνθος	βιοντήζελ	καύσιμο μεταφοράς	500.000 τόνοι / έτος
Σουηδία	ιτιά	ψιλοτεμαχισμένο ξύλο	καύση	1.700.000 στρέμ. / έτος



1.4.5 Βιοκαύσιμα

Η προώθηση των βιοκαυσίμων αποτελεί νέο νομοθετικό εργαλείο για την προώθηση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Σύμφωνα με την οδηγία 2003/30/ΕΚ, τα κράτη - μέλη θα πρέπει να λάβουν τέτοια μέτρα ώστε η χρήση τους να αποτελεί το 2% των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές ως το 2005 και το 5,75% ως το 2010. Το κόστος παραγωγής, όμως, των βιοκαυσίμων δεν είναι ακόμη ανταγωνιστικό προς τα συμβατικά καύσιμα. Γι' αυτό η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2003/96/ΕΚ επιτρέπει την αποφορολόγησή τους, δηλαδή την ολική ή μερική κατάργηση του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης.[86,87]

1.4.6 Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας – Διεθνής κατάσταση και ελληνικές δεσμεύσεις

Ο περιορισμός των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου με απώτερο στόχο το μετριασμό της αλλαγής του κλίματος αποτέλεσε και αποτελεί βασικό στόχο των διεθνών οργανισμών καθώς και της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Στα πλαίσια αυτά και η Ελλάδα βρέθηκε μπροστά στη λήψη κρίσιμων αποφάσεων οι οποίες απορρέουν από τις διεθνείς υποχρεώσεις.

ΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ

Η Ελλάδα κύρωσε τη σύμβαση - πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για τις κλιματικές αλλαγές (έχει κυρωθεί από 188 χώρες και ισχύει από το Μάρτιο του 1994) και έχει αναλάβει ειδικές υποχρεώσεις - δεσμεύσεις για τον περιορισμό των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Υποχρεώσεις οι οποίες συνίστανται στη λήψη μέτρων και στον τομέα της ενέργειας για τον περιορισμό αυτό. Η εξειδίκευση του πλαισίου της σύμβασης, γίνεται με το Πρωτόκολλο του Κιότο (η Ελλάδα το κύρωσε με τον Ν. 3017/2002) το οποίο επιβάλλει συγκεκριμένους εθνικούς ποσοτικούς στόχους για τη μείωση των εκπομπών των αερίων ρύπων. Αν και το Πρωτόκολλο του Κιότο δεν έχει τεθεί ακόμη σε ισχύ (το έχουν κυρώσει 121 χώρες που συμβάλλουν με ποσοστό 44,2% στο σύνολο των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, ενώ ζητούμενο είναι το 55% για να τεθεί σε ισχύ, γι' αυτό και οι πιέσεις στρέφονται κυρίως προς τις ΗΠΑ). Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρεί ότι οι διατάξεις του έχουν



δεσμευτικό χαρακτήρα για τα κοινοτικά όργανα και τα κράτη - μέλη, προσέγγιση την οποία ακολούθησε και το Συμβούλιο της Επικρατείας.

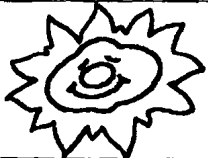




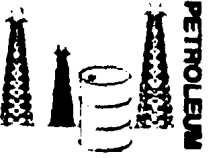
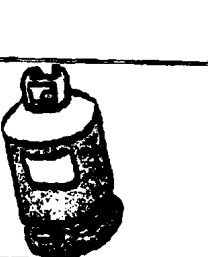
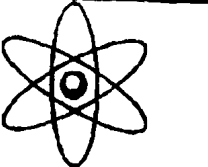
Το Πρωτόκολλο θέτει ως στόχο τη μείωση των εκπομπών αερίων τη χρονική περίοδο 2008 - 2012 κατά 5% σε σχέση με τα επίπεδα εκπομπών του 1990. Η Ελλάδα υποχρεούται να μην αυξήσει τις εκπομπές της, άνω του 25% σε σχέση με το 1990. Ο στόχος αυτός μπορεί να επιτευχθεί με αποφασιστική στροφή προς φιλικότερες πηγές ενέργειας και χρήση των νέων και Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Στη συνδιάσκεψη του Γιοχάνεσμπουργκ η Ελλάδα υιοθέτησε – από κοινού με τις άλλες χώρες της Ε.Ε. – κοινή διακήρυξη στην οποία «εκφράζει την ισχυρή δέσμευσή της για την προώθηση της ανανεώσιμης ενέργειας και την αύξηση του ποσοστού των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στη συνολική παροχή ενέργειας». Δέσμευση, η οποία αναφέρεται και ως στόχος της Ε.Ε. στον τομέα της ενέργειας στο σχέδιο Συνθήκης για το Ευρωπαϊκό Σύνταγμα. Στο αντίστοιχο πρόγραμμα δράσης για το περιβάλλον υπογραμμίζεται η ανάγκη αλλαγής του ενεργειακού μοντέλου και της μετατόπισης του βάρους στις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας, με στόχο να αποτελούν το 12% της συνολικής παραγωγής – κατανάλωσης ενέργειας και το 22% της ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το 2010.



1.4.7 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πηγών ενέργειας

Πίνακας 1.4 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα πηγών ενέργειας [88]

	Πηγή ενέργειας	Θετικές πλευρές	Αρνητικές πλευρές
	Ήλιος	Μηδέν εκπομπές Ανανεωσιμότητα Επάρκεια	Αστάθεια Ακριβή τεχνολογία (εκτός από τη θέρμανση)
	Άνεμος	Μηδέν εκπομπές Ανανεωσιμότητα Επάρκεια	Δεσμεύει εκτεταμένες περιοχές Προβλήματα συντήρησης
	Βιοκαύσιμα	Ελάχιστες εκπομπές Ανανεωσιμότητα	Μεταφορά βιομάζας Χρήση νερού στην παραγωγή βιομάζας Πιθανές επιπτώσεις στα οικοσυστήματα
	Υδατοπτώσεις	Μηδέν εκπομπές Δωρεάν πρώτη ύλη Χαμηλό λειτουργικό κόστος	Υψηλό κόστος κατασκευής Επιπτώσεις στο τοπίο Επιπτώσεις στα οικοσυστήματα
	Ανθρακας	Σταθερότητα Επάρκεια στην αγορά	Υψηλές εκπομπές CO ₂ , SO ₂ Μη ανανεώσιμη πηγή Συσσωρευση υπολειμμάτων
	Πετρέλαιο	Αναπτυγμένη τεχνολογία Εξαιρετικά ευέλικτο καύσιμο	Περιορισμένη διαθεσιμότητα Κόστος μεταφοράς, ιδιαίτερα σε μεγάλες αποστάσεις Μη ανανεώσιμη πηγή Εύφλεκτο Υψηλές εκπομπές CO ₂ , NO _x
	Φυσικό αέριο	"Σχετικά" φιλικό προς το περιβάλλον Καύσιμο υψηλής ενεργειακής αξίας με εύκολο χειρισμό	Περιορισμένη διαθεσιμότητα Σχετική ρύπανση Μη ανανεώσιμη πηγή Εκτεταμένο δίκτυο διανομής Εκπομπές CO ₂
	Πυρηνική ενέργεια	Αφθονία πρώτης ύλης Μεταφορά πρώτων υλών	Απόβλητα Κίνδυνος εξάπλωσης πυρηνικών όπλων Ραδιενέργεια από λειτουργία και ατυχήματα



2. ΦΥΤΙΚΑ ΕΛΑΙΑ

2.1 Γενικά – Πηγές ελαίων φυτικής προέλευσης

Από τους αρχαίους χρόνους, το λάδι έχει χρησιμοποιηθεί ως υλικό για καύση και για φωτισμό. Ο εφευρέτης Rudolph Diesel χρησιμοποίησε έλαιο φιστικιών για να τροφοδοτήσει μια από τις μηχανές του στην έκθεση του Παρισιού του 1900, και έγραψε το 1912: «Η χρήση των φυτικών ελαίων ως καύσιμα μηχανών μπορεί να φαίνεται ασήμαντη σήμερα, αλλά τέτοια προϊόντα μπορούν να γίνουν, με το πέρασμα του χρόνου, τόσο σημαντικά όσο το πετρέλαιο και τα προϊόντα άνθρακα του παρόντος». Σήμερα, το βιοντίζελ χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο ως καύσιμο στα οχήματα μεταφορών.

Πίνακας 2.1 Παραγωγικότητα σε λάδι διαφόρων φυτών (El Bassam, 1998)

Abyssinian kale	<i>Crambe abyssinica</i>	200 - 350	30 - 45	74
Abyssinian mustard	<i>Brassica carinata</i>	110 - 300	23 - 40	26 - 120
Bird rape	<i>B. rapa ssp. Oleifera</i>	100- 250	38 - 48	38 - 120
Black mustard	<i>B. nigra</i>	50- 200	24 - 38	12 - 76
Brown (Indian) mustard	<i>B. juncea</i>	150- 330	30 - 40	72
Castor	<i>Ricinus communis</i>	120	50	60
Coconut palm	<i>Cocos nucifera</i>	417	36	150
Coriander	<i>Coriandrum sativum</i>	200- 300	18 - 22	40 - 70
Cotton	<i>Gossypium spp.</i>	120	15 - 25	29
Dill	<i>Anethum graveolens</i>	100- 150	16 - 20	16 - 0
Fennel	<i>Foeniculum vulgare</i>	100- 200	10 - 12	8
Flax, linseed	<i>Linum uitatissimum</i>	180	30 - 48	70
Gold of pleasure	<i>Camelina sativa</i>	225	33 - 42	88
Groundnut	<i>Arachis hypogaea</i>	200	45 - 53	100
Hemp	<i>Cannabis sativa</i>	50- 200	28 - 35	14 - 70
Jajoba	<i>Simmondsia chinensis</i>	200	48 - 56	101 - 118
Meadowfoam	<i>Limnanthes alba</i>	120	20 - 30	34
Nigerseed, ramtil	<i>Guizotia abyssinica</i>		35 - 45	
Oil palm	<i>Elaeis guineensis</i>	300	26	78
Oil radish	<i>Raphanus sativus</i>	70 110	38 - 50	27 - 55
Oil squash	<i>Cucurbita pepo</i>	80- 160	40 - 58	32 - 93
Olive	<i>Olea spp.</i>	100- 125	40	40 - 50
Opium poppu	<i>Papaver somniferum</i>	100- 180	40 - 55	40 - 100
Penny flower	<i>Lunaria spp.</i>		30 - 40	
Pot marigold	<i>Calendula officinalis</i>	150	18 - 20	29
Rape	<i>Brassica napus</i>	200- 350	40 - 50	126
Rocket	<i>Eruca sativa</i>	90	24 - 35	27
Safflower	<i>Carthamus tinctorius</i>	180	18 - 50	63
Sesame	<i>Sesamum indicum</i>	50	50 - 60	25
Soybean	<i>Glycine max</i>	210	18 - 24	38
Spurge	<i>Euphorbia latyris</i>	150	48	72
Sunflower	<i>Helianthus annuus</i>	250- 320	35 - 52	88 - 167



Παγκοσμίως, υπάρχουν περισσότερα από 280 είδη φυτών με μικρή ή μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε λάδι των σπόρων, των βολβών ή των ριζών τους. Στον Πίνακα 2.1 παρουσιάζονται οι αποδόσεις σε σπόρο και η περιεκτικότητα σε λάδι διαφόρων ελαιούχων φυτών.[11,30]

2.2 Παραγωγή φυτικών ελαίων

2.2.1 Παγκοσμίως

Παρατίθεται πίνακας με την παγκόσμια παραγωγή φυτικών ελαίων από τα κυριότερα ελαιούχα φυτά.

Πίνακας 2.2 Παγκόσμια παραγωγή σπορέλαιων [Strivastava A. – Prasad R., 1999]

Σόγια	123.2
Βαμβάκι	34.3
Φιστίκι	19.3
Ηλίανθος	25.2
Ελαιοκράμβη	34.7
Σουσάμι	2.5
Πυρήνες φοινικόδεντρου	4.8
Κακαοέλαιο	4.9
Λινέλαιο	2.6
Καστορέλαιο	1.3
Σύνολο	252.8

2.2.2 Ευρώπη

Στην Ευρώπη παράγεται κυρίως ελαιοκράμβη, όπως φαίνεται και στον πίνακα 2.3. Υπολογίζεται ότι υπάρχουν περίπου 30 εκατομμύρια στρέμματα για την καλλιέργεια κραμβέλαιου και ο αριθμός αυτός πρόκειται να αυξηθεί στα επόμενα χρόνια. Στο χρονικό διάστημα 2002-2003 οι μεγαλύτεροι παραγωγοί ήταν η Γερμανία, η Γαλλία και η Αγγλία. Το φυτό αυτό επηρεάζεται πολύ από τις κλιματολογικές συνθήκες. Στις Ευρωπαϊκές χώρες επικρατεί ξηρό και θερμό καλοκαίρι. Έτσι παρ' όλη την μεγάλη έκταση



καλλιέργειας ελαιοκράμβης, η παραγωγή προβλέπεται να μειωθεί, εξαιτίας της έντονης ξηρασίας.

Όσον αφορά το σογιέλαιο, η κύρια παραγωγή του γίνεται στην Ιταλία και τη Γαλλία. Το ελαιόλαδο παράγεται κυρίως στην Ισπανία, την Ιταλία και την Ελλάδα καλύπτοντας το 78% της παγκόσμιας παραγωγής.

Η παραγωγή ηλιέλαιου έχει αρχίσει να μειώνεται λόγω του κόστους παραγωγής του. Ο κύριος παραγωγός ηλιέλαιου είναι η Ισπανία, αλλά και εκ της παραγωγή του μειώνεται αισθητά. Τα άλλα έλαια που αναφέρονται στο πίνακα 2.3 δεν παράγονται σε πολύ μεγάλες ποσότητες. [78]

Πίνακας 2.3 Παραγωγή φυτικών ελαίων στην Ευρώπη σε χιλιάδες τόνους ανά έτος [Talks P., 2003]

Κραμβέλαιο	3357	3600	3650
Σογιέλαιο	3114	2997	3112
Ελαιόλαδο	2399	1749	2394
Ηλιέλαιο	1698	1546	1674
Βαμβακέλαιο	90	75	79
Καρυδέλαιο	24	27	26
Φυστικέλαιο	4	4	4
Συνολικά	10686	9998	10939

Πίνακας 2.4 Παραγωγή διαφόρων ελαίων ανά στρέμμα [Dr.. Prakash Chandra]

Καλαμπόκι	<i>Zea mays</i>	14,50
Βαμβάκι	<i>Gossypium hirsutum</i>	27,30
Σόγια	<i>Glycine max</i>	37,50
Σπόρος γλυκοκοκοκύθας	<i>Cucurbita pepo</i>	44,90
Σουσάμι	<i>Sesamum indicum</i>	58,50
Κάρδαμο	<i>Carthamus tinctorius</i>	65,50
Ρύζι	<i>Oriza sativa L.</i>	69,60
Ηλιάνθος	<i>Helianthus annuus</i>	80,00
Ελαιοκράμβη	<i>Brassica napus</i>	100,00
Ελιά	<i>Olea europaea</i>	101,90
Καρύδα	<i>Cocos nucifera</i>	226,00
Φοινικέλαιο	<i>Elaeis guineensis</i>	500,00



2.3 Μέθοδοι εξαγωγής ελαίου από τους σπόρους

Η εξαγωγή ενός ελαίου απαιτεί μια κατάλληλη προετοιμασία. Αρχικά πρέπει να αφαιρεθούν οι σπόροι ή οι καρποί που τυχόν είναι χαλασμένοι. Επιπλέον είναι απαραίτητος και ένας διαχωριστής που θα αφαιρεί τα τσόφλια και τις μικρές πέτρες που τυχόν υπάρχουν.

Ανάλογα με την πρώτη ύλη επιλέγεται διαφορετική μέθοδος παραγωγής. Αν η πρώτη ύλη είναι σε μορφή κόκκων ή βλαστών το υλικό υποβάλλεται σε μηχανική πίεση, ενώ αν είναι λιπαρός καρπός υποβάλλεται σε φυγοκέντρηση.

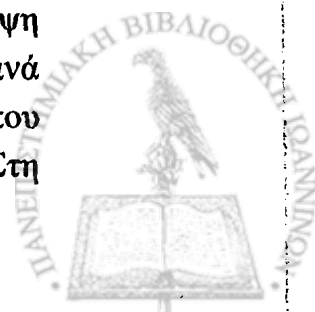
Η εξαγωγή ελαίου με τις παραδοσιακές μεθόδους απαιτεί συχνά τις διάφορες προκαταρκτικές διαδικασίες όπως θραύση, ξεφλούδισμα ή αποφλοιώση για να πολτοποιηθεί το υλικό. Στη συνέχεια βράζεται με νερό και το μίγμα αναδεύεται, έως ότου διαχωριστεί το λάδι και μπορεί να συλλεχθεί. Όμως, τέτοιες παραδοσιακές μέθοδοι έχουν χαμηλή απόδοση σε λάδι. Το έλαιο που εξάγεται με συμπίεση χωρίς θέρμανση παράγει προϊόντα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς περαιτέρω επεξεργασία και καθαρισμό.

♦ Μηχανική εξαγωγή

Η διαδικασία αυτή περιλαμβάνει αρκετά βήματα. Το πρώτο βήμα αφορά στην προπαρασκευή του σπόρου και την απομάκρυνση του κελύφους από τον καρπό ή το σπόρο. Το βήμα αυτό δεν είναι πάντοτε απαραίτητο. Το δεύτερο βήμα που είναι απαραίτητο είναι η άλεση ή σύνθλιψη του καρπού ή του σπόρου. Η διαδικασία αυτή γίνεται σε μύλους. Μετά το βήμα αυτό το υλικό μας είναι έτοιμο για την εξαγωγή στις πρέσες. Μερικές φορές το υπόλειμμα από την πρώτη πίεση υπόκειται σε δεύτερη πίεση, είτε με προσθήκη νερού είτε όχι, οπότε αποδίδεται μία επιπλέον ποσότητα ελαίου. Το λάδι που προέρχεται από την πρώτη πίεση ονομάζεται παρθένο λάδι και αντιπροσωπεύει την καλύτερη ποιότητα λαδιού.[19,33]

♦ Εκχύλιση λαδιού με διαλύτη

Στη μέθοδο αυτή απαιτείται η ίδια προεργασία που περιγράφηκε προηγουμένως για τη μηχανική εξαγωγή. Δηλαδή το άλεσμα και η σύνθλιψη του σπόρου ή καρπού. Απαιτείται ακόμα ένα πτητικό υγρό, στο οποίο το ανά περισταση λάδι, να είναι πλήρως διαλυτό. Η εκχύλιση γίνεται σε στήλες όπου το λάδι αποσπάται από τον αλεσμένο σπόρο ή καρπό μέσω του διαλύτη. Στη



συνέχεια ο διαλύτης αποστάζεται και ανακτάται, ενώ το λάδι παραμένει και είναι στη διάθεσή μας. Ο πιο συνήθης διαλύτης είναι η βενζίνη, χρησιμοποιούνται όμως και άλλοι όπως το εξάνιο ή διάφορα πετρελαϊκά προϊόντα. Αρνητικό σημείο της διαδικασίας αυτής είναι ότι ποσότητα διαλύτη είναι αναπόφευκτο να παραμείνει στο λάδι. Για το λόγο αυτό το λάδι αυτό θεωρείται κατώτερης ποιότητας από αυτό που προκύπτει από πίεση σε πρέσες. Η μέθοδος αυτή είναι δημοφιλής στην Ευρώπη, όχι όμως τόσο στις Η.Π.Α.

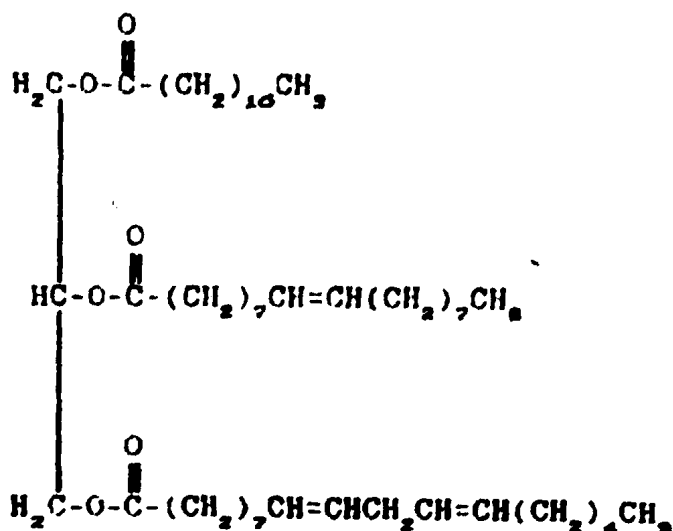
Αξίζει να αναφερθεί για το ελαιόλαδο πως η πούλπα που προκύπτει από το άλεσμα ολόκληρου του καρπού μπορεί να περιέχει ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης του καρπού 50 - 60% νερό, 15 - 30% λιπαρές ουσίες, 2 - 5% αζωτούχες ουσίες, 2 - 4% σάκχαρα, 3 - 6% κυτταρίνη και 1 - 2% τέφρα.

Η εξαγωγή ελαίου με τη βοήθεια διαλύτη είναι αποδοτικότερη μέθοδος από αυτή της συμπίεσης και χρησιμοποιείται παγκοσμίως από εταιρίες επεξεργασίας ελαίων επειδή είναι φτηνή και έχει μεγάλη απόδοση σε μικρό χρονικό διάστημα. Περίπου το 98% του σογιέλαιου στις ΗΠΑ παράγεται με αυτή τη μέθοδο.

2.4 Δομή και σύσταση των φυτικών ελαίων

Τα λίπη και τα έλαια είναι κυρίως ουσίες αδιάλυτες στο νερό, υδρόφοβες που συναντιούνται στο φυτικό και ζωικό βασίλειο. Αποτελούνται από ένα μόριο γλυκερίνης και τρία μόρια λιπαρών οξέων και ονομάζονται τριγλυκερίδια. Τα λιπαρά οξέα ποικίλουν στο μήκος της ανθρακικής αλυσίδας και στον αριθμό των ακόρεστων δεσμών.

Η δομή ενός τυπικού τριγλυκεριδίου είναι η εξής:



Στο ζωικό λίπος το ποσοστό των κορεσμένων λιπαρών οξέων αποτελεί το 50% των συνολικών λιπαρών οξέων. Το υψηλό περιεχόμενο σε στεατικό και παλμιτικό οξύ δίνει στο ζωικό λίπος τις ιδιαίτερες ιδιότητες του υψηλού σημείου τήξεως και του υψηλού ιξώδους.

Τα φυτικά έλαια αποσπώνται είτε με εκχύλιση είτε με πίεση σε κατάλληλες πρέσες. Το ακατέργαστο αυτό έλαιο που προκύπτει περιέχει συνήθως ελεύθερα λιπαρά οξέα, φωσφολιπίδια, στερόλες, νερό και άλλες ακαθαρσίες. Ακόμα και τα κατεργασμένα έλαια περιέχουν μικρές ποσότητες ελεύθερων λιπαρών οξέων και νερού.

Το ποσοστό των περιεχόμενων ελεύθερων λιπαρών οξέων και νερού επηρεάζει σημαντικά τη μετεστεροποίηση των γλυκεριδίων με τις αλκοόλες και αλκαλικό ή όξινο καταλύτη.[33]

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι μοριακοί και οι συντακτικοί τύποι μερικών λιπαρών οξέων.

Πίνακας 2.5 Συντακτικός και μοριακός τύπος λιπαρών οξέων [Alsberg C., Taylor A.]

Δαφνικό	$C_{12}H_{24}O_2$	$CH_3(CH_2)_{10}COOH$
Μυριστικό	$C_{14}H_{28}O_2$	$CH_3(CH_2)_{12}COOH$
Παλμιτικό	$C_{16}H_{32}O_2$	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$
Στεατικό	$C_{18}H_{36}O_2$	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$
Ελαϊκό	$C_{18}H_{34}O_2$	$CH_3(CH_2)_{14}(CH)_2COOH$
Λινελαϊκό	$C_{18}H_{32}O_2$	$CH_3(CH_2)_{12}(CH)_4COOH$
Λινολενικό	$C_{18}H_{30}O_2$	$CH_3(CH_2)_{10}(CH)_6COOH$

Στον πίνακα 2.6 δίνονται τα ποσοστά περιεκτικότητας λιπαρών οξέων σε μερικά από τα συνήθη έλαια. Χωρίς να θεωρούνται απόλυτες, οι τιμές αυτές είναι αντιπροσωπευτικές. Ανάλογα με το ποσοστό των λιπαρών οξέων που περιέχει κάθε λάδι, υπάρχει περίπτωση να μη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοντήζελ.



Πίνακας 2.6 Περιεκτικότητα λιπών και ελαίων σε λιπαρά οξέα [Morton R., 1993]

Καρύδα	45	20	5	3	6	-	-
Φοινικέλαιο	55	12	6	4	10	-	-
Βοδινό λίπος	-	2	29.0	24.5	44.5	-	-
Αρνίσιο λίπος	-	2	27.2	25.0	43.1	2.7	-
Χοιρινό λίπος	-	-	24.6	15.0	50.4	10.0	-
Ελιά	-	-	14.6	-	75.4	10.0	-
Φιστίκι	-	-	8.5	6.00	51.6	26.0	-
Βαμβακόσπορος	-	-	23.4	-	31.6	45.0	-
Καλαμπόκι	-	-	6.0	2.0	44.0	48.0	-
Λιναρόσπορος	-	3	6.0	-	-	74.0	17.0
Καρπός σόγιας	-	-	11.0	2.0	20.0	64.0	3.0

Το αυξημένο ποσοστό σε ακόρεστα λιπαρά οξέα παρόλο που οδηγεί σε καλύτερη λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες, αυξάνει τον αριθμό ιωδίου, οδηγώντας σε μειωμένη σταθερότητα, στην οξείδωση. Γενικά, έλαια με υψηλό ποσοστό πολυακόρεστων λιπαρών οξέων (καλαμποκέλαιο, σογιέλαιο, ηλιέλαιο κ.λπ.) είναι λιγότερο αποδεκτά για την παραγωγή βιοντήζελ σε σχέση π.χ. με το ελαιόλαδο που είναι εξαιρετικά κατάλληλο. Ειδικά το σογιέλαιο έχει αριθμό ιωδίου μεγαλύτερο από 115 και δεν χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη παραγωγής βιοντήζελ. Αντίθετα το κραμβέλαιο με αριθμό ιωδίου μικρότερο από 115 έχει υψηλό ποσοστό μονοακόρεστου ελαϊκού οξέος (18:1), υψηλή σταθερότητα και καλύτερη λειτουργία σε χαμηλές θερμοκρασίες. Το βιοντήζελ που παράγεται από την ελαιοκράμβη πληρεί τα γερμανικά πρότυπα για τον αριθμό ιωδίου.[11,37,56]



2.5 Ιδιότητες των φυτικών ελαίων

2.5.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες

Τα κυριότερα χημικά χαρακτηριστικά των λιπών και ελαίων είναι ότι διασπώνται σε γλυκερίνη και σε ένα ή περισσότερα λιπαρά οξέα. Επίσης ότι επιπλέουν στο νερό, αλλά δε διαλύονται σε αυτό και έχουν λιπαντικές ικανότητες, δεν είναι πτητικά και μπορούν να καούν χωρίς να αφήσουν υπολείμματα.[63]

2.5.2 Ιδιότητες των φυτικών ελαίων ως καύσιμα

Η συμπεριφορά των ενώσεων ως καύσιμα απαιτεί αδύνατους μοριακούς δεσμούς και στην περίπτωση των υδρογονανθράκων, όπου η συνοχή μεταξύ των μορίων είναι πολύ μικρή, παρουσιάζουν χαμηλή πυκνότητα και μικρό ιξώδες. Στην περίπτωση των φυτικών ελαίων όπου το κάθε μόριο έχει τρεις αλυσίδες υδρογονανθράκων συνδεδεμένες σε μια κοινή ομάδα, η πυκνότητα και το ιξώδες είναι υψηλότερες, (μπορούν να βλάψουν τον κινητήρα), εξαιτίας του γεγονότος ότι οι διμοριακοί δεσμοί είναι πολύ σημαντικοί. Επίσης στα διάφορα φυτικά έλαια οι θερμογόνες τιμές είναι μειωμένες κατά 15%-20% λόγω της παρουσίας χημικά συνδεδεμένου οξυγόνου.

Παρακάτω παρουσιάζονται οι πλέον βασικές ιδιότητες των φυτικών ελαίων, καθώς και οι τιμές στις οποίες κυμαίνονται συγκριτικά και με τις αντίστοιχες για το ντήζελ κίνησης. Στον πίνακα 2.9 αναφέρονται συνοπτικά οι σπουδαιότερες χημικές ιδιότητες και ιδιότητες καυσίμου των φυτικών ελαίων. [4,6,11,16,19,33,57]

✓ Ιξώδες

Το ιξώδες ενός ρευστού δείχνει την αντίσταση του στη ροή. Όσο αυξάνει το ιξώδες τόσο αυξάνει και η αντίσταση στη ροή. Το κινηματικό ιξώδες αυξάνεται με την περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα FA και το μήκος των αλυσίδων τους. Το ιξώδες επηρεάζει δύο σημαντικές ιδιότητες των καυσίμων, που είναι η αντλητικότητα (εκφράζει την ευκολία διακίνησης των καυσίμων) και ο βαθμός διασκορπισμού (εκφράζει την ευκολία εκνέφωσης των καυσίμων κατά την έξοδο τους από των καυστήρα). Για το ντήζελ οι



προδιαγραφές επιβάλλουν τιμή ιξώδους 2 έως 4.5 cSt στους 40 °C ενώ για το βιοντήζελ οι αντίστοιχες προδιαγραφές (E DIN 51606) είναι 3.5 έως 5.0 cSt

✓ Αριθμός κετανίου

Είναι ένας δείκτης που συσχετίζεται με την πίεση στην οποία το μίγμα καυσίμου – αέρα αυτοαναφλέγεται. Όσο υψηλότερος είναι ο αριθμός κετανίου, τόσο ευκολότερη είναι η ανάφλεξη. Ο αριθμός κετανίου αποτελεί τη σημαντικότερη ιδιότητα του ντήζελ. Αυξάνει όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του καυσίμου σε υδρογονάνθρακες ευθείας αλυσίδας πολλών ατόμων άνθρακα. Όσον αφορά στο βιοντήζελ είναι μια παράμετρος που εξαρτάται από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν για την μετεστεροποίηση. Κατώτερο όριο για τον αριθμό κετανίου του βιοντήζελ είναι το 47.

Γενικά χαμηλός αριθμός κετανίου συνεπάγεται καθυστέρηση αναφλέξεως, με αποτέλεσμα μεγαλύτερο χρόνο εκκίνησης, κτύπημα στο κινητήρα, πιο δύσκολη οδήγηση (ιδίως σε χαμηλό φορτίο) και υψηλότερες εκπομπές, λόγω μη ομαλής καύσης.

✓ Πυκνότητα

Η πυκνότητα μπορεί να δώσει χρήσιμες ενδείξεις για τη σύσταση του ντήζελ και χαρακτηριστικά σχετικά με τη λειτουργία, όπως η ποιότητα ανάφλεξης, η οικονομία, και η τάση για σχηματισμό καπνού. Το ειδικό βάρος για τους αιθυλεστέρες κραμβελαίου είναι 0,88 όταν για το ντήζελ είναι 0,820 – 0,845.

✓ Σημείο θόλωσης - Σημείο ροής - Σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου

Οι ιδιότητες αυτές είναι σημαντικές καθώς μας δείχνουν τη συμπεριφορά του καυσίμου σε χαμηλή θερμοκρασία.

Το σημείο θόλωσης είναι η υψηλότερη θερμοκρασία στην οποία παρατηρείται διαχωρισμός κρυστάλλων παραφίνης από το καύσιμο, όταν αυτό ψυχθεί κάτω από ειδικές συνθήκες.

Το σημείο ροής δίνει τη θερμοκρασία στην οποία ο διαχωρισμός παραφίνης είναι τόσο έντονος που δεν επιτρέπει στο καύσιμο να είναι ρευστό, όταν ψυχθεί κάτω από ειδικές συνθήκες.

Γενικά οι εστέρες έχουν μεγαλύτερα σημεία ροής και θόλωσης από το ντήζελ κατά 15 με 20°C.

Η αδυναμία του σημείου θόλωσης και του σημείου ροής να προβλέψουν την ικανότητα ροής σε χαμηλές θερμοκρασίες, έκανε επιτακτική την ανάγκη



ύπαρξης μίας δυναμικής μεθόδου δοκιμής που θα προσομοιάζει τις πραγματικές συνθήκες λειτουργίας.

Το σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου (cold filter plugging point, CFPP) χρησιμοποιείται ευρέως στην Ευρώπη γι' αυτό το σκοπό (IP-309).

Πίνακας 2.7 Σημεία ροής, θάλωσης και απόφραξης ψυχρού φίλτρου για βιοντήζελ και ντήζελ [Βουλγαράκη Σ., 2005]

Καύσιμο	Σημείο θάλωσης (°C)	Σημείο ροής (°C)	Σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου (°C)
Ντήζελ	-15 ως 5	-35 ως -15	-10 ως -20
Μεθυλεστέρες σογιέλαιου	-0.5 ως 3	-7 ως 19	-4
Μεθυλεστέρες κραμβέλαιου	-11 ως 0	-15 ως -7	-13 ως 20
Μεθυλεστέρες ζωικών ελαίων	12-16	0-13	11
Αιθυλεστέρες σογιέλαιου	-1	-2	-
Αιθυλεστέρες κραμβέλαιου	-2	-15	-
Μεθυλεστέρες ηλιέλαιου	-	-7	-
Μεθυλεστέρες βαμβακέλαιου	-	3	-
Μεθυλεστέρες φοινικέλαιου	-	16	-
Αιθυλεστέρες προτηγανισμένων ελαίων	9	8	-

✓ Θερμογόνος δύναμη

Η θερμογόνος δύναμη των λιπαρών οξέων και των μεθυλεστέρων τους αυξάνεται με την αύξηση του μήκους της αλυσίδας και μειώνεται με την αύξηση του αριθμού των διπλών δεσμών. Η θερμογόνος δύναμη επηρεάζει την καμπύλη απόδοσης της μηχανής: η κατανάλωση αυξάνεται και η ισχύς μειώνεται. Είναι μια μέτρηση της ενέργειας που ελευθερώνεται κατά την καύση του καυσίμου και αποτελεί τη βάση για τον υπολογισμό της θερμικής απόδοσης. Γενικά η ανώτερη θερμογόνος δύναμη του βιοντήζελ κυμαίνεται σε τιμές κοντά στα 37.000 kJ/kg και είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του ντήζελ κατά ένα ποσοστό της τάξης του 14%, ενώ λόγω του περιεχόμενου σε λιπαρά οξέα, το βιοντήζελ από χρησιμοποιημένα έλαια έχει υψηλότερες τιμές.

✓ Θείο% κατά βάρος

Η περιεκτικότητα σε θείο του βιοντήζελ εξαρτάται από το έλαιο που χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη.



Το θείο είναι ανεπιθύμητο στο καύσιμο τόσο για περιβαλλοντικούς λόγους όσο και για την καλύτερη συντήρηση του κινητήρα. Η περιεκτικότητα του βιοντίζελ σε θείο είναι σαφώς μικρότερη από την αντίστοιχη τιμή του πετρελαϊκού ντίζελ, καθώς τις περισσότερες φορές είναι σχεδόν μηδενική. Το πλεονέκτημα αυτό είναι σημαντικό καθώς η αποθείωση στο ντίζελ είναι ιδιαίτερα δύσκολη.

✓ Σημείο ανάφλεξης

Το σημείο ανάφλεξης (flash point) είναι η χαμηλότερη θερμοκρασία στην οποία αναφλέγονται οι ατμοί του καυσίμου με προσαγωγή, όταν αυτό θερμαίνεται κάτω από πρότυπες συνθήκες. Η ευρύτερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος είναι η ASTM με αριθμό προτύπου D-93 κατά Pensky-Martens για το ντίζελ. Το σημείο ανάφλεξης αποτελεί μία προδιαγραφή ασφαλείας για τις συνθήκες αποθήκευσης και μεταφοράς, και αποτελεί την πρώτη ένδειξη μόλυνσης με ελαφρύτερα συστατικά (βενζίνη).

Το σημείο ανάφλεξης για το ντίζελ είναι αρκετά χαμηλότερο από αυτό του βιοντίζελ όπως φαίνεται και από τον πίνακα 4.2.

Σημείωση:

Οι μέθοδοι δοκιμής ASTM έχουν αναπτύξει πρότυπα ASTM D975 για την ταξινόμηση των καυσίμων υδρογονανθράκων Diesel. Η τυποποιημένη δοκιμή ASTM για τη μέτρηση κάθε αντίστοιχης ιδιότητας καυσίμων και τα όρια ASTM για το καύσιμο Diesel No 2 δίνονται στον πίνακα 4.2, προς σύγκριση με τις ιδιότητες καυσίμων ορισμένων φυτικών ελαίων που παρουσιάζονται στον πίνακα 2.8

✓ Τέφρα

Η τέφρα προέρχεται από τα στερεά σωματίδια των καυσίμων ή από τις υδροδιαλυτές μεταλλικές ενώσεις. Οι τέφρες μπορούν να δημιουργήσουν προβλήματα αποθέσεων στο σύστημα ψεκασμού του καυσίμου, καθώς και φθορά στο έμβολο ή τα ελατήρια. Η τέφρα προσδιορίζεται με την καύση μιας ποσότητας καυσίμου μέχρι να καταναλωθεί όλη η ποσότητα του καυσίμου, και να απομείνουν μόνο τα άκαυστα ανόργανα συστατικά. Εκφράζεται ως ποσοστό επί τοις εκατό στη συνολική μάζα του καυσίμου.

✓ Ανθρακούχο υπόλειμμα ή δείκτης Conradson

Το ανθρακούχο υπόλειμμα (εξανθράκωμα) προσδιορίζει τη μικρή ποσότητα βαρέων συστατικών που υπάρχουν στο καύσιμο, και κατά τη



διάρκεια της καύσης δεν οξειδώνονται πλήρως αλλά πολυμερίζονται σχηματίζοντας ένα είδος αιθάλης. (Το όριο για το ανθρακούχο υπόλειμμα στο βιοντήζελ είναι το 0.35% κατά βάρος).

✓ Αριθμός ιωδίου

Ο αριθμός ιωδίου δείχνει τον αριθμό των διπλών δεσμών (βαθμός ακορεστότητας). Η ύπαρξη ακόρεστων δεσμών είναι θετική από την άποψη της ικανότητας για διήθηση και του σημείου πήξης, αλλά αρνητική από την άποψη της σταθερότητας έναντι της οξείδωσης. Εκτός των άλλων, υψηλός αριθμός ιωδίου δίνει έναν υψηλό δείκτη Conrad son , αυξάνοντας το σχηματισμό στερεού αποθέματος.

✓ Αριθμός σαπωνοποίησης

Ο αριθμός σαπωνοποίησης εκφράζει την οξύτητα ή την αλκαλικότητα των καυσίμων και κατά συνέπεια την παρουσία αλκαλικών ή όξινων συστατικών.

Στο βιοντήζελ ο αριθμός εξουδετέρωσης ή σαπωνοποίησης καθορίζει στην ουσία το περιεχόμενο σε ελεύθερα λιπαρά οξέα. Το μέγιστο όριο είναι τα 0.8 mg KOH/g. [9]

Πίνακας 2.8 Δοκιμές ASTM και όρια για το καύσιμο Diesel No 2

Εύρος απόσταξης (°C)	D86	282 - 238
Σημείο ανάφλεξης (°C)	D 93	52 min
Ιξώδες (mm ² /s)	D 445	1,9 - 4,1
Νερό και ίζημα (% κατ' όγκο)	D 1796	0,05% max
Υπόλειμμα άνθρακα (% κατά βάρος)	D 524	0,35 max
Τέφρα (% κατά βάρος)	D 482	0,01 max
Θείο (% κατά βάρος)	D 129	0,50 max
Αριθμός κετανίου	D 613	40 min



Πίνακας 2.9α Χημικές ιδιότητες και ιδιότητες καυσίμου των φυτικών ελαίων
[Goering et al., 1982, Demirbas, 1997, Kramer et al., 1983]

Έλαιο	Καμπύλη αποσταξης (°C)	Σημείο ανάφλεξης (°C)	Σημείο θάλωσης (°C)	Σημείο ροής (°C)	Ποκνότητα (kg/l)	Ιξώδες (mm ² /s)
Castor	150-350	238	-	-	-	30.2
Corn	155-365	277/276	-1.1	-40.0	0.9095	34.9/35.1
Cottoned	170-355	234/235	1.7	-15.0	0.9148	33.5/33.7
Crambe	-	274/274	10.0	-12.2	0.9044	53.6/53.2
Linseed	165-365	241/240	1.7	-15.0	0.9236	27.2/28.0
Peanut	-	271/270	12.8	-6.7	0.9026	39.6/40.0
Poppy seed	170-370	265	-	-	-	42.4
Rapeseed	-	246/245	-3.9	-31.7/-12	0.9115	37.0/37.3
Safflower	165-370	260/260	18.3	-6.7	0.9144	31.3/31.6
H.O. Safflower	-	293/292	-12.2	-20.6	0.9021	41.2/40.8
Sesame	-	260/262	-3.9	-9.4	0.9133	35.5/36.0
Soya bean	-	254/255	-3.9	-12.2	0.9138	32.6/33.1
Sunflower	155-355	274/272	7.2	-15.0	0.9161	33.9/34.4
Palm	-	267	31.0	-	0.9180	39.6

Πίνακας 2.9β Χημικές ιδιότητες και ιδιότητες καυσίμου των φυτικών ελαίων
[Goering et al., 1982, Demirbas, 1997, Kramer et al., 1983]

	Αριθμός κετανίου	Ανώτερη θερμότητα δύναμη (MJ/Kg)	Υπόλειμμα Ανθρακα (%by weight)	Ίσχυρα κατά βάρος (%)	Θείο κατά βάρος (%)	Αριθμός ιωδίου (gI/100g λαδιού)	Τμή σαπωνοποίησης (mg KOH /g λαδιού)
Castor	42.3	37.41	0.21	0.01	0.01	88.72	202.71
Corn	37.6/37.5	39.5/39.64	0.24/0.22	0.01/0.01	0.01/0.01	119.41	194.14
Cottoned	41.8/33.7	39.5/39.44	0.24/0.25	0.01/0.02	0.01/0.01	113.20	202.71
Crambe	44.6/52.9	40.5/40.62	0.23/0.23	0.05/0.04	0.01/0.01	99.83	178.59
Linseed	34.6/27.6	39.3/39.33	0.22/0.24	<0.01/0.01	0.01/0.01	156.74	188.71
Peanut	41.8/34.6	39.8/39.45	0.24/0.22	0.005/0.02	0.01/0.01	119.35	199.80
Poppy seed	36.7	39.59	0.25	0.02	0.01	116.83	196.82
Rapeseed	37.6/37.5	39.7/39.73	0.30/0.31	0.054/0.006	0.01/0.01	108.05	197.07
Safflower	41.3/42.0	39.5/39.52	0.25/0.26	0.006/0.007	0.01/0.01	139.83	190.23
H.O. Saffloer	49.1/48.8	39.5/39.61	0.24/0.24	<0.001/0.01	0.02/0.02	88.57	206.82
Sesame	40.2/40.4	39.3/39.42	0.25/0.25	<0.01/0.002	0.01/0.01	91.76	210.34
Soya bean	37.9/38.1	39.6/39.63	0.27/0.24	<0.01/0.006	0.01/0.01	120.52	194.61
Sunflower	37.1/36.7	39.6/39.57	0.23/0.28	<0.01/0.01	0.01/0.01	132.32	191.70
Palm	42.0	-	-	-	-	-	-



2.6 Τρόποι Χειρισμού των φυτικών ελαίων

Διάφορες μέθοδοι χρησιμοποιούνται προκειμένου να τροποποιηθούν οι ιδιότητες καυσίμου των φυτικών ελαίων και να αποκτηθεί η επιθυμητή συμπεριφορά αυτών κατά την καύση.

2.6.1 Απαλλαγή από προσμίξεις και καθαρισμός – ραφινάρισμα

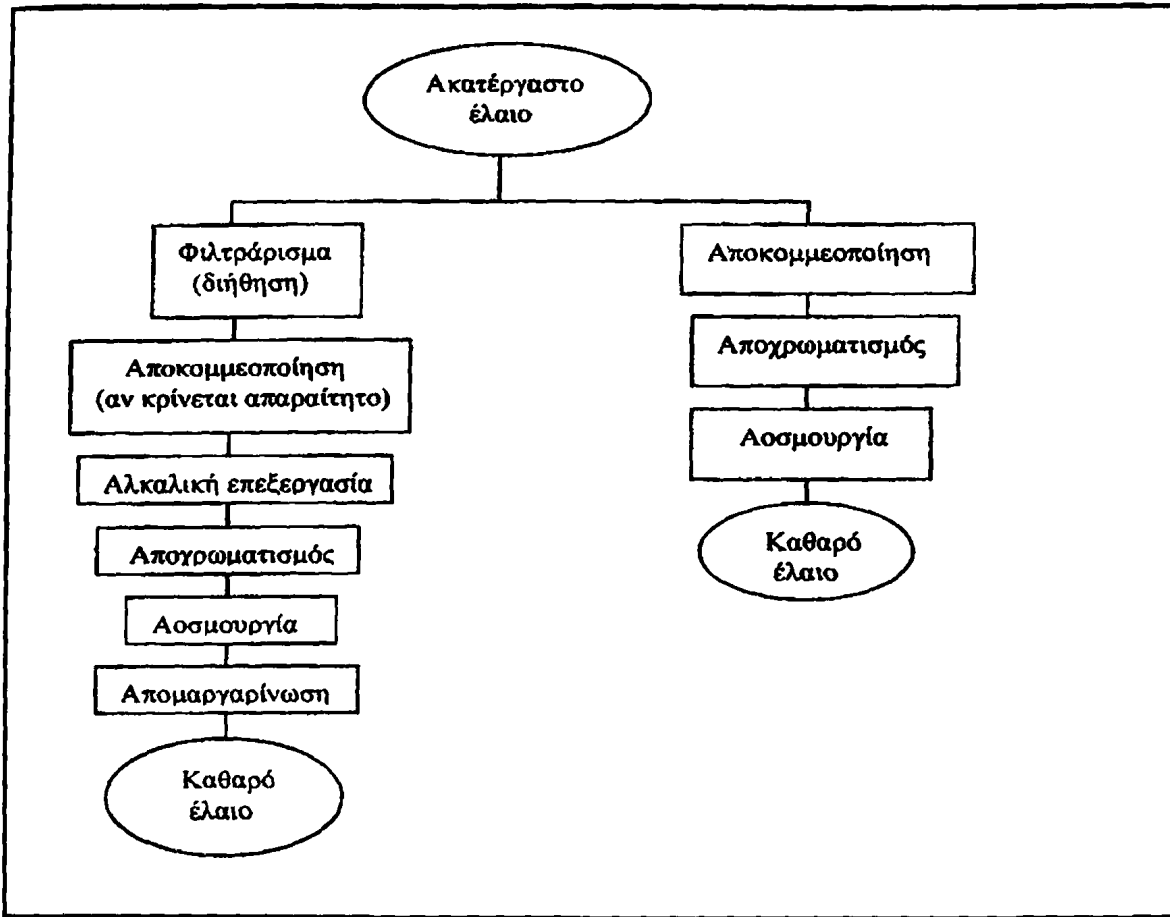
Τα περισσότερα έλαια και λίπη μετά την εξαγωγή τους με πίεση ή εκχύλιση δεν είναι κατάλληλα για κατανάλωση, αλλά χρειάζονται μια σειρά κατεργασιών που λέγεται εξευγενισμός (ραφινάρισμα), με σκοπό τη βελτίωση τόσο της εμφάνισης και των οργανοληπτικών τους χαρακτηριστικών, όσο και της ικανότητας διατήρησής τους. Ο εξευγενισμός είναι αναγκαίος, αφού τα παραλαμβανόμενα ακατέργαστα έλαια και λίπη περιέχουν σχεδόν πάντα διάφορες προσμίξεις και ανεπιθύμητα συστατικά, που πρέπει να απομακρυνθούν.

Ο εξευγενισμός εκτός από το μηχανικό καθαρισμό για την απομάκρυνση των αδιάλυτων στη λιπαρή ύλη προσμίξεων, περιλαμβάνει ακόμα και τις ακόλουθες κατεργασίες: *αποκομμίωση, εξουδετέρωση, αποχρωματισμό και απόσμηση*. Οι κατεργασίες αυτές ανάλογα με το αρχικό αλλά και το επιθυμητό τελικό προϊόν δεν πραγματοποιούνται πάντοτε όλες.

Η αποκομμίωση συνίσταται στην απομάκρυνση των προσμίξεων σε κολλοειδή διασπορά ή σε διάλυση, όπως είναι τα φωσφατίδια, τα κόμμεα, οι ρητίνες και οι πρωτεΐνες. Η εξουδετέρωση αφορά στην απομάκρυνση των ελεύθερων λιπαρών οξέων από τα έλαια και τα λίπη. Ο αποχρωματισμός γίνεται επειδή υπάρχουν αποχρωστικά χρώματα, που από χημική άποψη είναι ενώσεις που περιέχουν διοξείδιο του πυριτίου, οξείδια του αργιλίου και νερό σε διάφορες αναλογίες και τέλος η απόσμηση γίνεται για την απομάκρυνση από τα έλαια και τα λίπη ουσιών δυσάρεστης οσμής και γεύσης και γίνεται μετά την εξουδετέρωση και τον αποχρωματισμό.

Εκτός από ελάχιστες εξαιρέσεις τα φυτικά έλαια περιέχουν κυρίως άκορεστα λιπαρά οξέα δύο ειδών: ελαιικό (κυρίως στο εξαιρετικά παρθένο ελαιόλαδο) και πολυακόρεστα, όπως το λινελαϊκό οξύ, το οποίο συναντάται κυρίως σε λάδια που έχουν προέλθει από σπόρους.[20,33,46]





Διάγραμμα 2.1 Φάσεις εξευγενισμού και ραφινάρισματος των φυτικών ελαίων(Riva & Sissot,1999)

2.6.2 Θερμική διάσπαση (πυρόλυση)

Η πυρόλυση είναι η μετατροπή μιας ουσίας σε άλλη με τη βοήθεια της θερμότητας ή από τη θερμότητα με τη βοήθεια ενός καταλύτη. Περιλαμβάνει τη θέρμανση, ελλείψει του αέρα ή του οξυγόνου και τη διάσπαση των χημικών δεσμών για να παραχθούν μικρότερα μόρια. Πολλοί ερευνητές μελέτησαν την πυρόλυση τριγλυκεριδίων με σκοπό την παραγωγή προϊόντων κατάλληλων για κινητήρες diesel. Οι πρώτες προσπάθειες μάλιστα απέβλεπαν στη σύνθεση πετρελαίου από φυτικά έλαια. Η θερμική διάσπαση των τριγλυκεριδίων παράγει ενώσεις διαφόρων τάξεων όπως αλκάνια, αλκένια, αλκαδιένια, αρωματικές ενώσεις και καρβοξυλικές ενώσεις. Διάφοροι τύποι φυτικών ελαίων έχουν διαφορετική σύνθεση όπως αποκαλύπτεται κατά τη θερμική αποσύνθεση. Το σογιέλαιο που έχει υποστεί πυρόλυση, για παράδειγμα, περιέχει 79% άνθρακα και 12% υδρογόνο. Έχει επίσης χαμηλό ιξώδες και υψηλό αριθμό κετανίου σε σχέση με τα αγνά φυτικά έλαια. Οι μηχανισμοί για τη θερμική αποσύνθεση των τριγλυκεριδίων είναι φυσιολογικό να είναι



περίπλοκοι λόγω των πολλών δομών και της πολυπλοκότητας των πιθανών αντιδράσεων των αναμεμιγμένων τριγλυκεριδίων.

Γενικά η θερμική διάσπαση των δομών αυτών ακολουθεί είτε το μηχανισμό των ελεύθερων ιόντων, είτε το μηχανισμό του καρβονιόντος. Ο σχηματισμός ομόλογων σειρών αλκανίων και αλκενίων έχει ως αιτία τη δημιουργία της καρβοξυλικής ρίζας από τη σχάση της αλυσίδας των τριγλυκεριδίων και την ακόλουθη απώλεια του διοξειδίου του άνθρακα. Η παρουσία ακόρεστου δεσμού ενισχύει την πιθανότητα σχάσης της αλυσίδας σε μία θέση α ή β ως προς τον ακόρεστο δεσμό. Ο δε σχηματισμός αρωματικών ενώσεων εξηγείται από την προσθήκη Diels - Alder ενός αιθυλενίου σε ένα συζυγές διένιο που σχηματίζεται κατά την πυρόλυση. Τα καρβοξυλικά οξέα που σχηματίζονται κατά τη θερμική διάσπαση των φυτικών ελαίων πιθανότατα οφείλονται στη σχάση των γλυκεριδίων κατά το ήμισυ. Όμως, ενώ τα φυτικά έλαια που έχουν υποστεί πυρόλυση, περιέχουν αποδεκτά ποσά θείου, νερού και υπολειμμάτων καθώς και αποδεκτές τιμές διάβρωσης χαλκού, είναι απορριπτέα στις περιπτώσεις της τέφρας, τα υπολείμματα άνθρακα και το σημείο ροής. Επιπρόσθετα, παρόλο που τα προϊόντα είναι χημικά όμοια με τη βενζίνη και το πετρελαϊκό diesel, η απομάκρυνση του οξυγόνου κατά τη διάρκεια της θερμικής κατεργασίας εκμηδενίζει κάθε πιθανό πλεονέκτημα από τη χρήση οξυγονωμένων καυσίμων. Πρέπει τέλος να αναφερθεί ότι και ο εξοπλισμός με τα κατάλληλα μηχανήματα για τη θερμική διάσπαση και την πυρόλυση είναι πολύ δαπανηρός για μετριοπαθείς προβλέψεις.[3,18,47]

2.6.3 Μικρο - γαλακτώματα

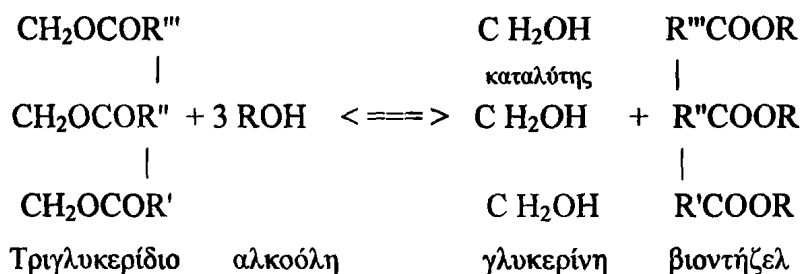
Για να λυθεί το πρόβλημα του υψηλού ιξώδους των φυτικών ελαίων, έχουν μελετηθεί μικρο-γαλακτώματα με διαλύτες όπως η μεθανόλη, η αιθανόλη και η 1-βουτανόλη. Ως μικρο-γαλακτώμα ορίζεται μια κολλοειδής διασπορά σε ισορροπία των οπτικά ιστροπικών ρευστών μικροδομών με διαστάσεις γενικά στο εύρος των 1-150 nm που σχηματίζεται αυθόρμητα από δύο ασύμμεικτα, υπό κανονικές συνθήκες υγρά και ένα η περισσότερα ιοντικά ή μη ιοντικά αμφίφιλλα (Schwab et al, 1987). Στα πλεονεκτήματά τους συγκαταλέγεται το γεγονός πως βελτιώνουν τα χαρακτηριστικά του ψεκασμού μέσω εκρηκτικής εξάτμισης των πτητικότερων συστατικών των μικυλίων. Βραχυχρόνιες δοκιμές των μικρογαλακτωμάτων υδατικής αιθανόλης σε σογιέλαιο έδωσαν αποτελέσματα σχεδόν το ίδιο καλά, όσο και του πετρελαϊκού diesel παρά το χαμηλότερο αριθμό κετανίου και το μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο. Σε εργαστηριακές δοκιμές όμως παρατηρήθηκαν



υψηλές αποθέσεις άνθρακα, ατελής καύση, αύξηση του ιξώδους του λιπαντικού καθώς και ανωμαλίες στα μηχανικά μέρη λόγω των κολλωδών ιδιοτήτων των μικρογαλακτωμάτων.[20,33]

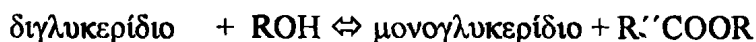
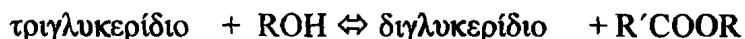
2.6.4 Μετεστεροποίηση

Με τη μέθοδο αυτή θέλουμε να μειώσουμε το ιξώδες των φυτικών ελαίων αλλάζοντας τη χημική τους σύσταση ώστε να μπορέσουμε να τα χρησιμοποιήσουμε για καύσιμα. Η μετεστεροποίηση, γνωστή και ως αλκοόλυση, είναι η χημική αντίδραση της αντικατάστασης της αλκοόλης ενός εστέρα από μια άλλη αλκοόλη σε μια διαδικασία παρόμοια με αυτή της υδρόλυσης, με τη διαφορά ότι χρησιμοποιείται αλκοόλη αντί για νερό. Η μετεστεροποίηση στην περίπτωση των τριγλυκεριδίων αποδίδεται από την παρακάτω χημική εξίσωση:



Επειδή η αντίδραση είναι αμφίδρομη χρησιμοποιείται περίσσεια αλκοόλης για να μετατοπιστεί το ισοζύγιο προς τη μεριά των προϊόντων. Η αλκοόλη που χρησιμοποιείται είναι συνήθως μεθανόλη ή αιθανόλη και κυρίως η πρώτη εξαιτίας του χαμηλού κόστους και των χημικών και φυσικών πλεονεκτημάτων της. Αντιδρά ταχύτατα με τα τριγλυκερίδια και το καυστικό νάτριο και διαλύεται εύκολα σ'αυτή. Η αντίδραση μπορεί να καταλυθεί αλκαλικά, όξινα ή ενζυμικά.

Ο μηχανισμός της αντίδρασης μετεστεροποίησης φαίνεται παρακάτω:



Η αντίδραση αυτή της αλκοόλυσης γίνεται σε τρία διαδοχικά για κάθε τριγλυκερίδιο στάδια χωρίς να επιβάλλεται να βρίσκονται στο ίδιο στάδιο την ίδια χρονική στιγμή όλα τα τριγλυκερίδια.



Το τριγλυκερίδιο μετατρέπεται διαδοχικά σε διγλυκερίδιο και μονογλυκερίδιο ενώ στα τελικά προϊόντα εκτός από τον μεθυλεστέρα παράγεται και γλυκερίνη (ένα μόριο γλυκερίνης από κάθε αντίδραση). Ο μηχανισμός της αντίδρασης για την αλκαλικά καταλυόμενη μετεστεροποίηση αποτελείται από τρία στάδια. Το πρώτο στάδιο είναι η "επίθεση" που δέχεται το άτομο του άνθρακα του καρβονυλίου από το ανιόν της αλκοόλης προς σχηματισμό ενός τετραεδρικού ενδιάμεσου μορίου. Στο δεύτερο στάδιο το τετραεδρικό ενδιάμεσο αντιδρά με τη αλκοόλη με συνέπεια την αναγέννηση του ανιόντος της αλκοόλης. Στο τελευταίο στάδιο η αναδιάταξη του τετραεδρικού ενδιάμεσου καταλήγει στο σχηματισμό ενός εστέρα λιπαρού οξέος και ενός διγλυκεριδίου. Υπάρχει πιθανότητα να προκύψει σαπωνοποίηση εξαιτίας κάποιας μικρής ποσότητας νερού που παράγεται από την αντίδραση.[20,33,39]

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ταχύτητα της αντίδρασης μετεστεροποίησης είναι οι ακόλουθοι:

✓ **Οι χρησιμοποιούμενοι καταλύτες:** κατηγοριοποιούνται σε όξινους, βασικούς (αλκαλικούς) και ένζυμα (λιπάσες). Οι πιο συνηθισμένοι όξινοι καταλύτες είναι το θεικό οξύ (H_2SO_4), το φωσφορικό οξύ (H_3PO_4), το υδροχλωρικό οξύ (HCl) και θεικά οργανικά οξέα. Αντίστοιχα οι συνηθέστεροι βασικοί καταλύτες είναι το υδροξείδιο του καλίου (KOH), το υδροξείδιο του νατρίου ($NaOH$), το μεθοξείδιο του καλίου ($KOCH_3$), το μεθόξείδιο του νατρίου ($NaOCH_3$) και γενικά αλκοξείδια του νατρίου και του καλίου (ROK , $RONa$). Ο καταλύτης όμως που χρησιμοποιείται κυρίως σε βιομηχανική κλίμακα είναι το υδροξείδιο του νατρίου λόγω της χαμηλής τιμής του.

Επίσης, ως καταλύτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και ενώσεις ασβεστίου (ετερογενής κατάλυση), για την παραγωγή μεθυλεστέρων από τα λιπαρά οξέα.[5,19]

✓ **Η αναλογία αλκοόλης και ελαίου:** Μία από τις πιο σημαντικές μεταβλητές που επηρεάζουν την απόδοση σε εστέρα είναι η μοριακή αναλογία αλκοόλης προς τριγλυκερίδιο. Η στοιχειομετρική αναλογία για την μετεστεροποίηση απαιτεί τρία μόρια αλκοόλης για κάθε μόριο τριγλυκεριδίου, οπότε θα παραχθούν τρία μόρια εστέρα λιπαρού οξέος και ένα μόριο γλυκερίνης. Όμως για να μετακινήσουμε την ισορροπία προς τα προϊόντα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε μεγάλη περίσσεια αλκοόλης ή να αφαιρούμε διαρκώς ένα από τα προϊόντα. Η μοριακή αναλογία σχετίζεται με τον τύπο του καταλύτη που θα χρησιμοποιηθεί. Μια όξινα καταλυόμενη αντίδραση χρειάζεται μια αναλογία 30:1 της βουτανόλης προς το ηλιέλαιο, ενώ μια αλκαλικά καταλυόμενη αντίδραση απαιτεί αναλογία μόλις 6:1 για να



επιτευχθεί η ίδια απόδοση σε εστέρα, στον ίδιο χρόνο αντίδρασης. Από πειράματα αποδείχθηκε ότι η ιδανικότερη αναλογία που δίνει την υψηλότερη απόδοση σε προϊόντα είναι η αναλογία μεθανόλης και ελαίου 6:1 με χρήση 1% NaOH ή KOH, ως καταλύτη. Στην περίπτωση που το έλαιο περιέχει μεγάλο ποσό ελεύθερων λιπαρών οξέων απαιτείται μοριακή αναλογία της τάξης του 15 : 1 υπό όξινη κατάλυση.[20]

✓ **Η θερμοκρασία της αντίδρασης:** Γενικά η αντίδραση διεξάγεται κοντά στο σημείο βρασμού της μεθανόλης (60 - 70°C). Η μέγιστη απόδοση σημειώνεται σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται από 60 ως 80°C και με μοριακή αναλογία αλκοόλης και ελαίου 6:1. Επιπλέον αύξηση στη θερμοκρασία διαπιστώθηκε ότι έχει αρνητικό αποτέλεσμα στη μετατροπή.[5,36]

✓ **Η ένταση της ανάμιξης:** Καθώς στη συνέχεια δημιουργείται μία φάση, η σημασία της ανάμιξης περιορίζεται. Θα πρέπει ακόμα να επισημανθεί πως η ανάμιξη πρέπει να είναι τέτοια ώστε να διατηρείται ομοιογένεια στο μίγμα της αντίδρασης, χωρίς όμως να έχουμε ανεπιθύμητα φαινόμενα έντονης ανάμιξης, όπως ο αφρισμός, που μειώνουν το ρυθμό της αντίδρασης.[19]

✓ **Η καθαρότητα των αντιδρώντων:** Ακαθαρσίες που πιθανόν να περιλαμβάνονται στο λάδι επηρεάζουν και αυτές το επίπεδο της μετατροπής. [19]

✓ **Η υγρασία και η παρουσία ελεύθερων λιπαρών οξέων:** Η καθαρότητα των ελαίων επηρεάζεται από την παρουσία υγρασίας και ελεύθερων λιπαρών οξέων, αλλά και από υπολείμματα που προκύπτουν από τη διαδικασία παραγωγής του λαδιού.[36]

✓ **Ο χρόνος αντίδρασης:** Ο ρυθμός μετατροπής αυξάνει αυξανόμενου του χρόνου αντίδρασης. Ο Freedman μετεστεροποίησε φυστικέλαιο, βαμβακέλαιο, ηλιέλαιο και σογιέλαιο με μεθανόλη και μοριακή αναλογία 6 : 1, χρησιμοποιώντας ως καταλύτη 0,5% μεθοξείδιο του νατρίου και θερμοκρασία 60°C. Παρατηρήθηκε απόδοση περίπου 80% με τη συμπλήρωση του πρώτου λεπτού για το σογιέλαιο και το ηλιέλαιο. Μετά από μία ώρα οι μετατροπές είχαν σχεδόν εξισωθεί για τα τέσσερα λάδια. (93 - 98%).[19]

2.6.4.1 Εκμετάλλευση γλυκερίνης

Η γλυκερίνη έχει μικρή οικονομική αξία δεδομένου ότι είναι πάρα πολύ δαπανηρός ο καθαρισμός της και συνήθως χρησιμοποιείται για λίπασμα. Μπορεί όμως να χρησιμοποιηθεί και ως τροφή των ζώων. Αρχικά χρησιμοποιούνται κάποιοι διαλύτες για την απομάκρυνση τοξικών ουσιών



(όπως το κυανίδιο) και η γλυκερίνη μετατρέπεται σε τροφή πλούσια σε πρωτεΐνες.[72]

Εάν γίνει σωστός διαχωρισμός της γλυκερίνης από τις ακαθαρσίες, λαμβάνεται προϊόν καθαρότητας 95%. Η καθαρή γλυκερίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή σαπουνιών, αφού ενυδατώνει πολύ καλά το δέρμα. Επιπλέον λόγω της αντιβακτηριδιακής της ιδιότητας μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην φαρμακευτική και στα καλλυντικά. Ακόμη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως διαλύτης, καθώς επίσης και ως συντηρητικό σε ποτά και τρόφιμα.

2.7 Επίδραση των διαφόρων χειρισμών (επεξεργασιών) των φυτικών ελαίων σε τρεις βασικές ιδιότητες καυσίμου

Ανακεφαλαιώνοντας τις διάφορες επεξεργασίες που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των ιδιοτήτων των φυτικών ελαίων, η επίδρασή τους σε τρεις βασικές ιδιότητες σχετικές με τη συμπεριφορά τους ως καύσιμα, όπως του ιξώδους, του αριθμού κετανίου και της ανώτερης θερμογόνου δύναμης αναφέρονται στον πίνακα 2.10

Πίνακας 2.10 Επίδραση των διαφόρων επεξεργασιών σε τρεις βασικές ιδιότητες καυσίμου [Riva and Sissot, 1999]

Χειρισμός	Ιξώδες (mm ² /s)	Αριθμός κετανίου	Υψηλότερη θερμογόνου δύναμη (MJ/kg)
Diesel	1,9 - 4,1	40,0	45,60
Ακατέργαστο έλαιο	32,6	38,0	39,60
Εξευγενισμένο έλαιο	32,0	40,0	40,20
Μίγμα 20/80 με diesel	5,53	-	44,65
Μικρο-γαλάκτωμα	4,03	34,7	41,26
Πυρόλυμένο λάδι	10,2	43,0	40,60
Μεθυλικός εστέρας	5,65	61,8	40,54
Αιθυλικός εστέρας	6,11	59,7	40,51

Με βάση τον παραπάνω πίνακα προκύπτει το συμπέρασμα ότι από τις διάφορες επεξεργασίες των φυτικών ελαίων, η μετεστεροποίηση, δημιουργία μικρο-γαλακτωμάτων, η πυρόλυση και η δημιουργία μιγμάτων με συμβατικό καύσιμο diesel οδηγούν στην παραγωγή καυσίμου με ανάλογες ιδιότητες με αυτό του πετρελαίου, ενώ η απαλλαγή από προσμίξεις (εξευγενισμού και ραφινάρισματος) δεν συμβάλει σε σημαντική βελτίωση του παραγόμενου καυσίμου, αφού η τιμή του ιξώδους παραμένει υψηλή.



3. ΤΟ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ ΚΑΙ Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ

3.1 Γενικά

Το ερευνητικό ενδιαφέρον για ανανεώσιμα υποκατάστατα του καυσίμου ντήζελ εστιάζεται κυρίως γύρω από δύο κατηγορίες ενώσεων: τους μεθυλεστέρες των φυτικών ελαίων και τις αλκοόλες, μεθανόλη και αιθανόλη. Η χρησιμοποίηση ανανεώσιμων καυσίμων ως υποκατάστατα καύσιμα ντήζελ αποκτά ιδιαίτερο ενδιαφέρον σε αναπτυσσόμενες χώρες τροπικών περιοχών, αλλά και στις αναπτυγμένες, κυρίως για την προστασία του περιβάλλοντος και την μικρότερη εξάρτηση από το πετρέλαιο.

Το βιοντήζελ είναι ένα εναλλακτικό καύσιμο που αποτελείται από μονοαλκυλικούς εστέρες των λιπαρών οξέων με μεγάλη ανθρακική αλυσίδα που προέρχονται από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη. Το βιοντήζελ αποτελείται συνήθως από μεθυλεστέρες των λιπαρών οξέων, οι οποίοι προέρχονται από τα τριγλυκερίδια των φυτικών ελαίων αφού υποστούν μετεστεροποίηση με μεθανόλη. Το βιοντήζελ που προκύπτει είναι όμοιο με το συμβατικό diesel στα βασικά του χαρακτηριστικά. Επιπλέον τα δύο αυτά είδη είναι αναμίξιμα σε κάθε αναλογία.[83]

3.2 Πρώτες ύλες

Οι πρώτες ύλες για την παραγωγή του βιοντήζελ είναι όπως προαναφέρθηκε τα φυτικά και ζωικά έλαια και λίπη. Στα φυτικά έλαια ξεχωρίζουν το κραμβέλαιο, το ελαιόλαδο, το βαμβακέλαιο, το ηλιέλαιο, το σογιέλαιο, το φοινικέλαιο, το καλαμποκέλαιο, ενώ σημαντική πρώτη ύλη αποτελούν και τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια.

Το κραμβέλαιο χρησιμοποιήθηκε λόγω του υψηλού περιεχομένου (περίπου 60%) σε μονοακόρεστο ελαϊκό οξύ (C 18:1), του σχετικά χαμηλού περιεχομένου σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (παλμιτικό και στεατικό οξύ < 6%) καθώς και τα αποδεκτά επίπεδα λινολεϊκού οξέος (C 18:3). Το κραμβέλαιο φαίνεται ότι είναι ιδανική πρώτη ύλη για το κλίμα της Ευρώπης.



3.3 Σύγκριση με άλλα εναλλακτικά καύσιμα

Εκτός από το ντίζελ κίνησης που χρησιμοποιείται σήμερα και το βιοντίζελ που προαναφέρθηκε, μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλα εναλλακτικά καύσιμα, όπως μεθανόλη, αιθανόλη, συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG) και υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG).

Συγκρίσεις ανάμεσα σε αυτά τα καύσιμα έγιναν για τον έλεγχο διαφόρων παραμέτρων και τα αποτελέσματα φαίνονται συνοπτικά στον παρακάτω πίνακα (το 10 αντιπροσωπεύει το καλύτερο αποτέλεσμα και το 0 το χειρότερο). Από τη συνολική εκτίμηση των καυσίμων φαίνεται ότι το βιοντίζελ είναι το καλύτερο εναλλακτικό καύσιμο και μάλιστα η βαθμολογία του είναι πολύ κοντά σε αυτή του κλασικού ντίζελ.

Πίνακας 3.1 Σύγκριση βιοντίζελ με άλλα καύσιμα [Howard Lyle, 1994]

Κόστος μηχανής	10	5	5	5	5	10
Κόστος υποδομής	10	2	5	5	5	10
Ασφάλεια	7	4	3	1	3	8
Πεδίο λειτουργίας	10	5	10	10	10	10
Κόστος λειτουργίας	10	5	7		5	7
Αξιοπιστία	10	7	5	5	3	10
Αποδοχή απ' το	5	8	8	8	9	8
Χρηματοδότηση	1	10	2	0	2	2
Κόστος εκπαίδευσης	10	5	5	5	5	10
Διαθεσιμότητα	10	10	5	5	5	6
Ποιότητα	9	5	10	8	8	9
Σταθερότητα τιμής	6	8	8	6	6	6
Συνολικά	98	74	73	61	66	96

3.4 Παγκόσμια παραγωγή βιοντίζελ

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται οι μονάδες παραγωγής βιοντίζελ στον κόσμο και οι δυναμικότητές τους. Σε παρένθεση βρίσκεται ο αριθμός των εργοστασιακών μονάδων που είναι υπό κατασκευή.



Πίνακας 3.2 Μονάδες παραγωγής βιοντήζελ [Hanna M., 1999]

Αυστρία	11 (1)	56.200 - 60.000
Βέλγιο	3	241.000
Καναδάς	1	-
Τσεχοσλοβακία	17 (1)	42.500 - 45.000
Δανία	3	32.000
Γαλλία	7 (1)	38.000
Γερμανία	8 (4)	207.000
Ουγγαρία	17 (16)	18.800
Ιρλανδία	1	5.000
Ιταλία	9 (4)	79.000
Νικαράγουα	1	-
Σλοβακία	10 (1)	50.500 - 51.500
Ισπανία	1	500
Σουηδία	3 (1)	75.000
Ελβετία	1	2.000
Μ. Βρετανία	1	-
Η.Π.Α	4 (3)	190.000
Γιουγκοσλαβία	2	5.000

Το βιοντήζελ σήμερα παράγεται εμπορικά στη Γερμανία, την Ιταλία, την Αυστρία, την Τσεχία, τη Μαλαισία και τις Ηνωμένες Πολιτείες. Μεγαλύτερη ανάπτυξη εμφανίζεται στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη, οι οποίες παράγουν αντίστοιχα 2 δισεκατομμύρια και 1 δισεκατομμύριο λίτρα βιοντήζελ ετησίως.

Το σημερινό κόστος του βιοντήζελ είναι μεγαλύτερο σε σχέση με το κόστος του ντήζελ.

Στις ΗΠΑ, ψηφίστηκε ένας νόμος ο οποίος εξασφάλισε ότι όλες οι εταιρίες που χρησιμοποιούν βαρέα οχήματα, θα αντικαταστήσουν το 2% των καυσίμων τους με βιοντήζελ. Διάφορες εταιρίες λεωφορείων και φορτηγών χρησιμοποιούν ως καύσιμο το B₂₀ (μίγμα 20% βιοντήζελ και ντήζελ) και ο αμερικανικός στρατός αποκτά νέα φορτηγά για να είναι συμβατά με το βιοντήζελ.

Για την προώθηση του βιοντήζελ απαιτείται και οι κυβερνήσεις των άλλων χωρών να πάρουν παρόμοια μέτρα.



3.5 Ευρωπαϊκή παραγωγή βιοντήζελ

Η Αυστρία είναι από τις πρώτες χώρες που έφτιαξαν εργοστάσια παραγωγής βιοντήζελ από το 1991, με πρώτη ύλη κυρίως την ελαιοκράμβη και το ηλιέλαιο. Η παραγωγή φτάνει τους 35.000 tn/έτος, με τιμή στα ίδια περίπου επίπεδα με του ντήζελ.

Η Γερμανία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντήζελ στην Ευρώπη (46% περίπου της παραγωγής βιοντήζελ στην Ευρώπη). Η σημερινή δυναμικότητα στη Γερμανία αγγίζει το 1.000.000 tn/έτος.

Η Γαλλία παράγει 312.000 tn/έτος περίπου βιοντήζελ εκ των οποίων οι 240.000 tn/έτος από ελαιοκράμβη και έχει ως ελάχιστο ποσοστό ανάμιξης βιοντήζελ και ντήζελ το 5% σε όλο το ντήζελ που πωλείται.

Στην Ιταλία παράγεται βιοντήζελ κυρίως από ελαιοκράμβη και σογιέλαιο.

Η χρήση του βιοντήζελ είναι πιο διαδεδομένη στην Ευρώπη. Το καθαρό βιοντήζελ (ή B₁₀₀) είναι τώρα ευρέως διαθέσιμο στη Γερμανία, την Ιταλία και την Αυστρία. Η χρήση του βιοντήζελ αυξάνει συνεχώς και αυτό οφείλεται στα κυβερνητικά βοηθητικά προγράμματα που δίνονται στους αγρότες για την καλλιέργεια των πρώτων υλών καθώς και των φορολογικών κινήτρων, ώστε η χρήση του βιοντήζελ γίνεται πιο ελκυστική.

Πίνακας 3.3 Παραγωγή βιοντήζελ στην Ευρώπη [85]

Γερμανία	715	1088
Γαλλία	357	502
Ιταλία	273	419
Αυστρία	32	100
Ισπανία	6	70
Δανία	41	44
Αγγλία	9	15
Σουηδία	1	8
Σύνολο	1434	2246



3.6 Πιλοτική εφαρμογή του βιοντήζελ στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα έχουν γίνει δύο ερευνητικά προγράμματα για τη χρήση του βιοντήζελ, τα οποία χρηματοδοτήθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση, στο πλαίσιο του προγράμματος Altener.

Το πρώτο ερευνητικό πρόγραμμα αποσκοπούσε στην διερεύνηση των εκπομπών (CO, υδρογονάνθρακες, NOx, καπνός), από τη χρήση βιοντήζελ, παραγόμενο από διάφορες πρώτες ύλες. Η κύρια δραστηριότητα περιελάμβανε τον έλεγχο της απόδοσης ενός στόλου 9 οχημάτων (3 φορτηγά, 4 ταξί, 1 minibus, 1 επιβατικό), που χρησιμοποιούσαν κανονικό καύσιμο και μίγματα με βιοντήζελ σε διάφορες αναλογίες. Τα είδη βιοντήζελ που χρησιμοποιήθηκαν είχαν παραχθεί από ηλιέλαιο, καλαμποκέλαιο, χαμηλής ποιότητας ελαιόλαδο και προτηγανισμένα έλαια. Τα αποτελέσματα του προγράμματος ήταν ενθαρρυντικά, ως προς τη μείωση των εκπομπών και την απόδοση του οχήματος. Επιπλέον, όλοι οι οδηγοί που συμμετείχαν δέχθηκαν το νέο τύπο καυσίμου με ενθουσιασμό.

Ακολουθώντας τα συμπεράσματα του προηγούμενου προγράμματος και βάση των ενθαρρυντικών αποτελεσμάτων που είχαν επιτευχθεί, η Ευρωπαϊκή Ένωση ενέκρινε ένα δεύτερο πρόγραμμα, με στόχο την πραγματική εισαγωγή του βιοντήζελ στην Ελληνική αγορά σε πιλοτική μορφή. Επειδή δεν υπήρχε ακόμα παραγωγή βιοντήζελ στην Ελλάδα, οι απαιτούμενες ποσότητες εισήχθησαν από την Αυστρία και διακινήθηκαν στο δίκτυο πρατηρίων ΕΛΙΝΟΙΑ της Θράκης, το καλοκαίρι του 1999 και 2000. Συμμετείχαν 5 πρατήρια στην αρχική φάση το 1999 και αυξήθηκαν σε 25 το καλοκαίρι του 2000. Η λιανική τιμή πώλησης του βιοντήζελ καθορίστηκε ίση με την τιμή του ντήζελ, για να διασφαλιστεί ότι ο καταναλωτής δεν θα επηρεαζόταν στην λήψη της απόφασής του από πιθανή διαφορά τιμής.

Το Σεπτέμβριο του 1999, διεξήχθη έρευνα καταναλωτών στα πρατήρια που διέθεταν βιοντήζελ, προκειμένου να αναδειχθούν οι κύριοι λόγοι προτίμησης του καυσίμου.

Τα αποτελέσματα της έρευνας έδειξαν ότι:

- Το 93% αυτών που αγόρασαν βιοντήζελ, το χρησιμοποίησαν για πρώτη φορά μετά από προτροπή του πρατηριούχου.
- Το 47% χρησιμοποίησαν συστηματικά βιοντήζελ, γιατί αντιλήφθηκαν αισθητή μείωση καπνού στα καυσαέρια του οχήματος.



- Το 23% των χρηστών βιοντήζελ διαπίστωσαν καλύτερη λειτουργία της μηχανής.
- Το 42% των χρηστών θεώρησε ότι είχε την δυνατότητα να αγοράσει ένα καλύτερο προϊόν στην ίδια τιμή.

Όσοι προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν βιοντήζελ ήταν κυρίως:

- Αγρότες ιδιοκτήτες τρακτέρ και γεωργικών οχημάτων, σε ποσοστό 69%.
- Ιδιοκτήτες πετρελαιοκίνητων οχημάτων (ταξί, φορτηγά, λεωφορεία), σε ποσοστό 44%.
- Ιδιώτες ιδιοκτήτες Ι.Χ. οχημάτων σε ποσοστό 6%. Το ποσοστό τους είναι μικρό γιατί είναι μικρό το ποσοστό των πετρελαιοκίνητων αυτοκινήτων στην Ελλάδα.[54]

Πίνακας 3.4 Πωλήσεις βιοντήζελ από τα πρατήρια της ΕΛΙΝΟΙΛ το 1999[Τέας Χ.κ.ά]

Πρατήριο	Πωλήσεις Βιοντήζελ (l)	Πωλήσεις Κετάν
Εάνθη (1)	15.300	28
Εάνθη (2)	28.200	53
Κομοτηνή	69.000	42
Αλεξανδρούπολη	101.000	29
Φέρες	17.800	41

4. ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ

4.1 Γενικά

Επειδή το βιοντήζελ χρησιμοποιείται σε πολλές χώρες ως καύσιμο, είναι απαραίτητη η καθιέρωση κάποιων προτύπων για την περιγραφή της ποιότητας του καυσίμου. Έτσι υπάρχουν κάποιες τιμές που αποτελούν τα όρια για συγκεκριμένες τεχνικές, φυσικές και χημικές ιδιότητες. Η τυποποίηση αυτή είναι αναγκαία για την καλύτερη διείσδυση του προϊόντος στην αγορά.

Τα πρότυπα διακρίνονται σε:

- **Εθνικά**
- **Ευρωπαϊκά**

Σε αυτή την περίπτωση υπεύθυνη είναι η CEN (Comite Europeen de Normalisation).

- **Διεθνή**

Τα πρότυπα αυτά καθορίζονται από τον Διεθνή Οργανισμό Τυποποίησης ISO (International Organisation for Standardisation), ο οποίος εδρεύει στη Γενεύη.

Τα Εθνικά πρότυπα πρέπει υποχρεωτικά να συμφωνούν με τα Ευρωπαϊκά, όχι όμως και με τα Διεθνή.

4.2 Προδιαγραφές του βιοντήζελ σε διάφορες χώρες

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι τιμές των παραμέτρων που έχουν οριστεί για τον έλεγχο ποιότητας του βιοντήζελ σε κάποιες χώρες.



Πίνακας 4.1 Σύγκριση διεθνών προτύπων για το βιοντήζελ. [7]

διαγραφή	Συνθήκη	Μονάδα	ONORM C1191	DIN 51606	UNI 10635	Journal Office	SS 166436	CSN 656507	prEN 14214	ASTM D6751-02
ομάδα			FAME	FAME	VOME	VOME	VOME	GME	FAME	
Βιολογικότητα	15°C	g/cm ³	0.85-0.89	0.875-0.9	0.86-0.9	0.87-0.9	0.87-0.9	0.87-0.9	0.86-0.9	-
Κινηματικό ιξώδες	40°C	mm ² /s	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0	3.5-5.0	1.9-6
Αποστάση	A.S.Z	°C	-	-	≥300	-	-	-	-	-
	5%	°C	-	-	-	-	≥300	-	-	-
	95%	°C	-	-	≤360	≤360	-	≤360	-	≤360
Όριο αλεξής		°C	≥100	≥110	≥100	≥100	≥100	≥110	≥120	≥130
P		°C	-	≤-10	-	-	≤-5	-	≤-5/≤-10	-
Όριο ροής	Καλοκαίρι	°C	-	-	-	≤-10	-	≤-8	≤0	-
	Χειμώνας		≤-15	≤-20	≤-15	-	-	≤-15	≤-15/≤-20	-
Όριο αβύθωσης			-	-	-	-	-	-	-	-
Όριο θείου		%κ.β	≤0.02	≤0.01	≤0.01	-	≤0.001	≤0.02	≤0.001	≤0.05
Όριο αβύθωσης Conradso	100%	%κ.β	≤0.05	≤0.05	-	-	-	≤0.05	-	≤0.05
Όριο αβύθωσης Conradso	10%	%κ.β	-	-	≤0.5	≤0.3	-	-	≤0.30	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	-	-	≤0.01	-	≤0.01	≤0.02	-	-
Όριο αβύθωσης		mg/kg	-	≤300	≤700	≤200	≤300	≤500	≤500	-
Όριο αβύθωσης		mg/kg	-	≤20	-	-	≤20	≤24	≤24	-
Όριο αβύθωσης	3h σε 50°C		-	1	-	-	-	1	Class 1	≤No3
Όριο αβύθωσης			≥49	≥49	-	≥49	≥48	≥48	≥51	≥47
Όριο αβύθωσης		mgKOH/g	≤0.8	≤0.5	≤0.5	≤0.5	≤0.6	≤0.5	≤0.5	≤0.8
Όριο αβύθωσης	110°C	Πρς	-	-	-	-	-	-	≥8	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	≤0.2	≤0.3	≤0.2	≤0.1	≤0.2	-	≤0.2	-
Όριο αβύθωσης		mgKOH/g	-	-	≥170	-	-	185-190	-	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	-	-	≥98	≥98.5	≥98	-	≥98.5	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	-	≤0.4	≤0.1	≤0.2	≤0.1	-	≤0.2	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	-	≤0.4	≤0.2	≤0.2	≤0.1	-	≤0.2	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	-	≤0.8	≤0.8	≤0.8	≤0.8	-	≤0.8	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	≤0.02	≤0.02	≤0.05	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02	≤0.02
Όριο αβύθωσης		%κ.β	≤0.25	≤0.25	-	≤0.25	-	≤0.24	≤0.25	≤0.24
Όριο αβύθωσης			≤120	≤115	-	≤115	≤125	-	≤120	-
Όριο αβύθωσης		mg/kg	≤20	≤10	≤10	≤10	≤10	≤20	≤10	≤10
Όριο αβύθωσης	Na/K	mg/kg	-	≤5	-	≤5/5	≤10/10	≤10	≤5	-
Όριο αβύθωσης		kJ/kg	-	-	-	-	-	37100	-	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	-	-	-	-	-	-	≤12	-
Όριο αβύθωσης		%κ.β	-	-	-	-	-	-	≤1	-

FAME: μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων VOME: μεθυλεστέρες φυτικών ελαίων



4.3 Προδιαγραφές του βιοντήζελ στην Ευρώπη

Το 1997 η Ευρωπαϊκή Επιτροπή απαίτησε από τη CEN να δημιουργήσει πρότυπα και μεθόδους μέτρησης αυτών για την τυποποίηση του βιοντήζελ, προκειμένου να βοηθήσει στην επέκταση των βιομηχανιών εναλλακτικών πηγών ενέργειας σε ευρωπαϊκό επίπεδο.

Η CEN είναι ένας μη κερδοφόρος οργανισμός, ο οποίος ιδρύθηκε το 1961 και εδρεύει στις Βρυξέλες. Σύμφωνα με αυτόν, έχουν καθοριστεί οι τιμές για χρήση του βιοντήζελ, ως 100% υποκατάστατο του ντήζελ





Πίνακας 4.2 Ευρωπαϊκό πρότυπο βιοντήζελ σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14214 [Mittelbach Martin, 1996]

Ιδιότητα	Μονάδα	Όρια Τιμών		Μέθοδος Ελέγχου
		Κατώτατο	Ανώτατο	
Περιεχόμενος Εστέρας	%(m/m)	96.5		pr EN 14103
Πυκνότητα στους 15°C	Kg/m ³	860	900	EN ISO 3675 EN ISO 12185
Ιξώδες στους 40°C	mm ² /s	3.5	5.0	EN ISO 3104
Σημείο Ανάφλεξης	°C	101		ISO/CD 3679
Σημείο Ροής (1)	°C		0	ISO 3016
Περιεχόμενο Θείο	%(m/m)		0.005	
Ανθρακούχο υπόλειμμα (10%)	%		0.3	EN ISO 10370
Αριθμός Κετανίου		51		EN ISO 5165
Θειούχος Τέφρα	%(m/m)		0.02	ISO 3987 (96)
Περιεχόμενο Νερό	%(m/m)		0.05	EN ISO 12937
Ολική μόλυνση	mg/kg		24	EN ISO 12662
Σταθερότητα στην οξείδωση	ώρες	6		prEN14112
Ίζημα	mg/kg		24	EN ISO 12662
Αριθμός Οξύτητας	mgKOH/g		0.5	prEN 14104
Αριθμός ιωδίου			120	prEN 14111
Μεθανόλη	%(m/m)		0.2	prEN 141 10
Μονογλυκερίδια	%(m/m)		0.8	prEN 14105
Διγλυκερίδια	%(m/m)		0.2	prEN 14105
Ελεύθερη γλυκερίνη	%(m/m)		0.02	prEN 14105 prEN 14106
Συνολική γλυκερίνη	%(m/m)		0.25	prEN 14105
Αλκάλια (Na/K)	mg/kg		5	prEN 14108 prEN 14109
Φωσφόρος	mg/kg		10	prEN 14107

(1) Για το CFPP δεν υπάρχουν τιμές, αλλά εφόσον είναι -20°C ή χαμηλότερο, το ιξώδες δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τα 4,8 mm²/s



Πίνακας 4.3 Πρότυπο ελαίου ελαιοκράμβης ως καύσιμο [Thuncke et al., 2000]

 	LTV-Work-Session on Decentral Vegetable Oil Production, Welhenstephan	In Cooperation with:
	Quality Standard for Rapeseed Oil as a Fuel (RK-Qualitätsstandard) 05/2000	 

Characteristic properties for Rapeseed Oil				
Density (15 °C)	kg/m ³	900	930	DIN EN ISO 3675 DIN EN ISO 12185
Flash Point by P.M.	°C	220		DIN EN 22719
Calorific value	kJ/kg	35000		DIN 51900-3
Kinematic Viscosity (40 °C)	mm ² /s		38	DIN EN ISO 3104
Low temperature Behaviour				Rotational Viscometer (testing conditions will be developed)
Cetane number			0,40	Testing method will be reviewed
Carbon Residue	Mass-%	100	120	DIN EN ISO 10370
Iodine number	g/100 g		20	DIN 53241-1
Sulphur Content	mg/kg			ASTM D5453-93
Variable properties				
Contamination	mg/kg		25	DIN EN 12662
Acid value	mg KOH/g		2,0	DIN EN ISO 660
Oxidation stability (110 °C)	h	5,0		ISO 6886
Phosphorus Content	mg/kg		15	ASTM D3231-99
Ash Content	Mass-%		0,01	DIN EN ISO 6245
Water Content	Mass-%		0,075	Pr EN ISO 12937



5. ΧΡΗΣΕΙΣ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ

5.1 Πλεονεκτήματα - Μειονεκτήματα

Το βιοντήζελ έχει τη δυνατότητα να μειώσει ορισμένες εκπομπές και χρησιμοποιείται είτε αυτούσιο, είτε ως μίγμα με ντήζελ. Η συνηθέστερη αναλογία είναι 80% ντήζελ και 20% βιοντήζελ, που σύμφωνα με διάφορες μελέτες παρουσιάζεται μείωση των εκπομπών του. Με τη χρήση αυτής της αναλογίας δεν είναι απαραίτητο να γίνει καμιά τροποποίηση στη μηχανή.

Η χρήση του βιοντήζελ έχει διάφορα τεχνικά πλεονεκτήματα:

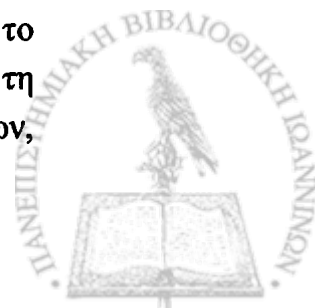
- Παρατείνει τον κύκλο ζωής των μηχανών και μειώνει την ανάγκη για συντήρηση, αφού το βιοντήζελ έχει καλύτερη λιπαντική ικανότητα από το ντήζελ.
- Είναι ασφαλέστερο κατά τη χρήση, αφού είναι λιγότερο τοξικό και βιοδιασπάσιμο.
- Έχει υψηλότερο σημείο ανάφλεξης.
- Εκπέμπει λιγότερα καυσαέρια. Η επίδραση του, όσον αφορά τις εκπομπές καυσαερίων, φαίνεται αναλυτικότερα παρακάτω.

Τα μειονεκτήματα που παρουσιάζονται με τη χρήση του βιοντήζελ και των μιγμάτων του με ντήζελ, αφορούν κυρίως στη συμπεριφορά του καυσίμου σε χαμηλές θερμοκρασίες. Επιπλέον κατά την παρατεταμένη αποθήκευσή του μειώνεται το ενεργειακό του περιεχόμενο, αλλά και η ικανότητα βιοδιάσπασης.

Η κύρια χρήση του βιοντήζελ αφορά στη μείωση των εκπομπών συγκριτικά με το ντήζελ. Η χρήση του βιοντήζελ σε μηχανές, είτε χρησιμοποιείται αυτούσιο, είτε σε μίγματα, μειώνει τις εκπομπές σωματιδίων, μονοξειδίου του άνθρακα και υδρογονανθράκων, αλλά αυξάνει τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου.

5.1.1 Τοξικότητα και βιοαποικοδομησιμότητα

Το βιοντήζελ δεν είναι τοξικό. Η έλλειψη τοξικότητας στο βιοντήζελ, το καθιστά λειτουργικότερο σε περιοχές που συνήθως επηρεάζονται από τη χρήση ντήζελ. Επιπλέον η αξιοποίηση των χρησιμοποιημένων φυτικών ελαίων,



ως πρώτη ύλη παραγωγής βιοντήζελ, μειώνει τη συνολική ποσότητα των αποβλήτων.

Το βιοντήζελ είναι ασφαλές κατά τη χρήση του από τον άνθρωπο, όχι μόνο επειδή δεν είναι τοξικό, αλλά και επειδή έχει πολύ υψηλότερο σημείο ανάφλεξης από το ντήζελ. Το σημείο ανάφλεξης για το ντήζελ βρίσκεται περίπου στους 58°C, ενώ του βιοντήζελ ξεπερνά τους 150°C.

Το βιοντήζελ αποικοδομείται με τετραπλάσια ταχύτητα από το ντήζελ. Με την ανάμιξη του ντήζελ με βιοντήζελ επιταχύνεται η διάσπασή του. Για παράδειγμα ένα μίγμα με 20% βιοντήζελ διασπάται στο μισό χρόνο από το ντήζελ.[41]

5.1.2 Διείδυση βιοντήζελ σε οικολογικά ευαίσθητες περιοχές στην Ελλάδα

Το πλεονέκτημα του βιοντήζελ, από οικολογικής πλευράς είναι ότι μπορεί να δώσει μια ώθηση στην εισαγωγή του σε ευαίσθητες οικολογικά περιοχές, ώστε να διατηρηθεί η οικολογική ισορροπία, χωρίς να εμποδίζεται η ανάπτυξη του τουρισμού των συγκεκριμένων περιοχών.

Ειδικότερα νησιά, όπως η Ζάκυνθος, στα νότια παράλια του οποίου αναπαράγεται η θαλάσσια χελώνα *Caretta Caretta*, οι Βόρειες Σποράδες που αποτελούν το φυσικό περιβάλλον της φώκιας *Monachus Monachus* και λίμνες, όπως η Βιστωνίδα, που προστατεύονται περιβαλλοντικά από ειδική νομοθεσία, η χρήση ενός φιλικού προς το περιβάλλον καυσίμου, όπως το βιοντήζελ είναι απαραίτητη.

5.2 Παράγοντες που επηρεάζουν την προώθηση του βιοντήζελ

Το βιοντήζελ έχει αναδειχθεί σε μια αρκετά ελκυστική λύση στο ενεργειακό πρόβλημα, κυρίως εξαιτίας των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων του. Το κόστος του όμως αποτελεί το κύριο εμπόδιο για την εμπορευματοποίησή του. Υπάρχουν δύο επίπεδα στο κόστος του βιοντήζελ :

- Το κόστος των πρώτων υλών (φυτικά έλαια και ζωικά λίπη)
- Το κόστος της παραγωγικής διαδικασίας

Το κόστος των πρώτων υλών αντιστοιχεί στο 60 με 75% του συνολικού κόστους παραγωγής του βιοντήζελ. Καθώς τα περισσότερα έλαια που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες του βιοντήζελ είναι βρώσιμα, είναι έντονος



ο ανταγωνισμός με τις βιομηχανίες τροφίμων και κατά συνέπεια μεγάλο το κόστος για την αγορά τους.

Το κόστος της παραγωγικής διαδικασίας μπορεί να διαχωριστεί με τη σειρά του στο κόστος παραγωγής του βιοντήζελ και στο κόστος ανάκτησης της γλυκερίνης. Σημαντικός παράγοντας κόστους είναι ο επιθυμητός βαθμός απόδοσης καθώς και η καθαρότητα του προϊόντος τόσο στην περίπτωση του βιοντήζελ όσο και σε αυτή της γλυκερίνης. Σημαντική δαπάνη μπορεί να αποδειχθεί επίσης η συντήρηση των μηχανημάτων, καθώς η παρουσία οξέων προκαλεί τη διάβρωσή τους.

Άλλος παράγοντας που επηρεάζει το μέλλον του βιοντήζελ είναι η συνεχής αύξηση στον πληθυσμό της Γης, με άμεση συνέπεια όλο και περισσότερες ποσότητες τροφίμων να χρειάζονται για τη σίτισή τους, είτε άμεσα, είτε ως ζωοτροφές. Το πρόβλημα αυτό του υποσιτισμού, που θα διογκώνεται στο μέλλον, επηρεάζει και τη ζήτηση στα έλαια και επομένως η προμήθεια πρώτων υλών για την παραγωγή βιοντήζελ θα είναι δυσκολότερη.

Οι κοινωνικοπολιτικές επιπτώσεις από την παραγωγή και διάθεση του βιοντήζελ αφορούν την αύξηση των επενδύσεων, τη δημιουργία επιπρόσθετων θέσεων εργασίας, την αύξηση του εισοδήματος και την ανάπτυξη νέων αγροτικών περιοχών και θέσεων εργασίας και γενικότερα την αύξηση της τοπικής οικονομικής δραστηριότητας.

Με την παραγωγή βιοντήζελ εξάγονται δύο βασικά παραπροϊόντα, η ελαιόπιτα και η γλυκερίνη. Έτσι διασφαλίζεται η παραγωγή των ζωοτροφών και μειώνεται σημαντικά το κόστος τους, καθώς μειώνονται οι εισαγωγές αυτών των προϊόντων.

Η δημιουργία εναλλακτικών πηγών ενέργειας οδηγεί στη μείωση της εισαγωγής του πετρελαίου. Επίσης η αύξηση της τιμής του πετρελαίου και η συνεχής ελάττωση των αποθεμάτων του, προβάλλει την παραγωγή του βιοντήζελ ως μια αρκετά ελκυστική και εφικτή λύση.

Πρόωθηση του βιοντήζελ

Το μεγαλύτερο αγοραστικό κοινό του βιοντήζελ βρίσκεται κυρίως στα αγροκτήματα, σε εταιρίες μεταφοράς και σε όσους επιθυμούν να χρησιμοποιήσουν μη μολυσματικά καύσιμα για λόγους οικολογικής ευαισθησίας. Αυτοί οι καταναλωτές σίγουρα θα επιλέξουν το βιοντήζελ σε σχέση με το ντήζελ, αν βεβαίως δεν παρουσιάζεται μεγάλη απόκλιση στην τιμή.



Η ανάπτυξη ανανεώσιμων μορφών ενέργειας, αποτελεί μια κύρια πολιτική προτεραιότητα για την Ε.Ε. στην προσπάθεια μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου, αλλά και περιορισμού της εξάρτησης από τις πετρελαϊκές χώρες. Τα βιολογικά καύσιμα και συγκεκριμένα το βιοντήζελ και η μεθανόλη ήδη χρησιμοποιούνται σε αρκετές χώρες της Ευρώπης και αναμένεται περαιτέρω αύξηση της παραγωγής του.

Για την προώθηση των βιολογικών καυσίμων, μια από τις κύριες προτεραιότητες είναι η μείωση των δαπανών παραγωγής τους, αλλά και κάποιες φορολογικές απαλλαγές. Με τις κατάλληλες φορολογικές ρυθμίσεις, η βιομηχανία των βιολογικών καυσίμων θα μπορέσει να αντισταθμίσει το υψηλό κόστος παραγωγής τους, σε σχέση με το ντήζελ.

Η Ε.Ε. επιτρέπει στα κράτη μέλη να εφαρμόσουν ένα μειωμένο ποσοστό φόρου κατανάλωσης σε περιπτώσεις χρήσεις βιοκαυσίμων ή μιγμάτων τους με άλλα καύσιμα.

Εμπόδια στην εξάπλωση του βιοντήζελ στην αγορά

- Υψηλή τιμή του βιοντήζελ
- Έλλειψη ισχυρών φορολογικών κινήτρων σε όλες τις χώρες

Μέχρι σήμερα δεν υπάρχει κοινή πολιτική για τις χώρες της Ε.Ε. όσον αφορά τις φορολογικές ρυθμίσεις για την παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων. Προκειμένου το βιοντήζελ να είναι σε θέση να ανταγωνιστεί το ντήζελ, πρέπει να υποστηριχθεί οικονομικά, μέσω μιας πολιτικής φορολογικών απαλλαγών ή με άμεση υποστήριξη των αγροτών και των βιομηχανιών παραγωγής του καυσίμου.

- Έλλειψη ενημέρωσης

Χρειάζονται περισσότερες πληροφορίες οι καταναλωτές βιολογικών καυσίμων, αλλά και οι γεωργοί, για την προώθηση ενεργειακών καλλιεργειών.

Επομένως οι σημαντικότεροι παράγοντες που θα βοηθήσουν στην αποτελεσματική προώθηση του βιοντήζελ στην ανταγωνιστική οικονομία της ελεύθερης αγοράς είναι:

- ✓ Κρατική υποστήριξη για την παραγωγή πρώτων υλών
- ✓ Φορολογικές απαλλαγές για την παραγωγή και χρήση βιοντήζελ
- ✓ Ενημέρωση των καταναλωτών για τα πλεονεκτήματα του βιοντήζελ
- ✓ Οικολογική συνείδηση των καταναλωτών



6. ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

6.1 Αναδιάρθρωση καλλιεργειών

Η νέα Κ.Α.Π., με την αποδέσμευση των επιδοτήσεων από το ύψος και το είδος της παραγωγής, οδηγεί την ελληνική γεωργία σε νέες ισορροπίες. Η αναμενόμενη μείωση της παραγωγής των επιδοτούμενων προϊόντων μπορεί να είναι ωφέλιμη αρκεί να είναι ορθολογική, να μη απαξιωθούν οι καλλιέργειες που τα παράγουν και κυρίως να μη εγκαταλειφθεί η υπαίθρος. Για να αποφευχθεί το τελευταίο προβλέπονται νέες ενισχυμένες ευκαιρίες για τη βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη της υπαίθρου.

Η στροφή προς άλλες καλλιέργειες πρέπει να επιδιωχθεί μέσω της κατάλληλης αμειψισποράς και της αναδιάρθρωσης της παραγωγής, με έμφαση την παραγωγή ποιοτικών προϊόντων (βιολογικών, Π.Ο.Π., παραδοσιακών, Ο.Δ.Π.) με διακριτή πιστοποιημένη ποιότητα.

Προτεραιότητα σε συστήματα αμειψισποράς πρέπει να έχουν χειμερινές καλλιέργειες, ώστε να προστατευθεί ο υδατικός παράγοντας. Έμφαση πρέπει να δοθεί σε μικτές εκμεταλλεύσεις Φυτικής και Ζωικής παραγωγής (αύξηση αξίας κτηνοτροφικών φυτών, μείωση κόστους ζωικών προϊόντων) και σποροπαραγωγικές εκμεταλλεύσεις (ενίσχυση οικονομικότητας γεωργικής εκμετάλλευσης – προστιθέμενη αξία στα προϊόντα). Η Ελλάδα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες, το ανάγλυφο και την προηγμένη καλλιεργητική τεχνική, μπορεί να καλύψει τις εγχώριες ανάγκες αλλά και να παράγει σπόρο για ξένες εταιρείες, ιδιαίτερα συμβατικών ποικιλιών.

Για μικρής έκτασης εκμεταλλεύσεις κατάλληλες θεωρούνται οι κηπευτικές – ανθοκομικές καλλιέργειες αγρού και θερμοκηπίου (απαιτούν μικρές εκτάσεις, αξιοποιούν το ευνοϊκό κλίμα και τις ήπιες μορφές ενέργειας) και σε Αρωματικά – Φαρμακευτικά φυτά (αξιοποίηση της πλούσιας και ποιοτικής χλωρίδας).

Για τις μεγάλες εκτάσεις πολύ καλές προοπτικές ανοίγονται για τα ψυχανθή, ιδιαίτερα τα κτηνοτροφικά (υποχρεωτική αμειψισπορά) και στα «νέα» φυτά για μη τροφική χρήση τα λεγόμενα «ενεργειακά» φυτά (άμεσες συμβατικές υποχρεώσεις για βιοκαύσιμα – πετρελαϊκές κρίσεις). Η προοπτική ανάπτυξης της ενεργειακής γεωργίας στην Ελλάδα θα μπορούσε να αποτελέσει μία νέα διέξοδο για τον πρωτογενή τομέα. Τα οφέλη από τη στροφή μέρους

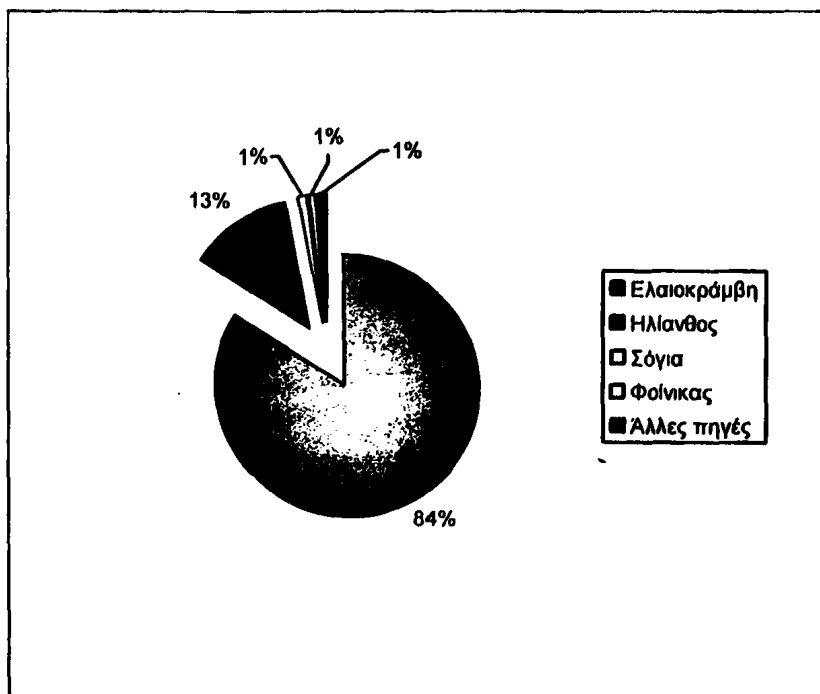


της ελληνικής γεωργίας προς την ενεργειακή γεωργία είναι πολλών κατηγοριών όπως: Οικονομικά, κοινωνικά, περιβαλλοντικά και ενεργειακά. Έτσι έχουμε μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας μας από εισαγόμενο πετρέλαιο με αποτέλεσμα να μειώνεται η δαπάνη συναλλάγματος για την εισαγωγή του πετρελαίου αυτού. Με την προοπτική ανάπτυξης νέων (καινοτομικών για την Ελλάδα) καλλιεργειών με στόχο την παραγωγή ενέργειας, δημιουργούνται εισοδήματα και ευκαιρίες απασχόλησης σε γεωργικές περιοχές που διέρχονται κρίση με αποτέλεσμα να διατηρηθεί ο αγροτικός πληθυσμός χωρίς να μετακινείται στα αστικά κέντρα. Για την αξιοποίηση του σπόρου της ελαιοκράμβης θα δημιουργηθούν βιομηχανικές εγκαταστάσεις με αποτέλεσμα να τονωθούν οι επενδύσεις και να δημιουργηθούν νέες θέσεις εργασίας στις περιοχές αυτές. Οι επιπτώσεις από την καύση του βιοντίζελ στο φαινόμενο του θερμοκηπίου είναι ουδέτερες, παράλληλα η χρήση των βιοκαυσίμων συνεπάγεται μείωση των εκπομπών διαφόρων άλλων αέριων ρύπων όπως είναι το διοξείδιο του άνθρακα.

Καταλληλότερα ενεργειακά φυτά είναι η ελαιοκράμβη ενώ και υποπροϊόντα – υπολείμματα άλλων καλλιεργειών, όπως του καλαμποκιού και του βαμβακιού, μπορεί να αξιοποιηθούν για παραγωγή βιοενέργειας.

Οι πηγές παραγωγής βιοκαυσίμων από λάδια φυτικής προέλευσης στην Ευρώπη κυριαρχούνται από την ελαιοκράμβη και τον ηλιάνθο με ποσοστά χρήσης όπως απεικονίζονται στο διάγραμμα που ακολουθεί.

Διάγραμμα 6.1 Πρώτες ύλες παραγωγής βιοκαυσίμων από φυτικά έλαια.
[Austrian Biofuel Institute]



Ενεργειακές καλλιέργειες (εκτός από τις παραδοσιακές) που θεωρούνται ως οι πλέον κατάλληλες και υποσχόμενες για τις Ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες είναι διάφορες ετήσιες και πολυετείς σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6.1 Ενεργειακές καλλιέργειες

<u>Ετήσιες καλλιέργειες</u>	
Σακχαρούχο ή γλυκό σόργο	(<i>Sorghum bicolor</i>)
Ινώδες σόργο	(<i>Sorghum »</i>)
Κενάφ	(<i>Hibiscus cannabinus</i>)
Βρασική ή αιθιόπια	(<i>Brassica carinata</i>)
Ελαιοκράμβη	(<i>Brassica napus</i>)
Ηλιάνθος	(<i>Helianthus annuus</i>)
<u>Πολυετείς καλλιέργειες</u>	
Αγριαγκινάρα	(<i>Cynara cardunculus</i>)
Καλάμι	(<i>Arundo donax</i>)
Μίσχανθος	(<i>Miscanthus giganteus</i>)

6.2 Περιβαλλοντικά οφέλη από την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών [8] – Νομοθετικό πλαίσιο

❖ Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο θερμοκηπίου

Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα που είναι ουδέτερη σε εκπομπές CO₂ καθώς η ποσότητα του CO₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της, αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση.

❖ Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους

Το πλούσιο υπέργειο τμήμα και το ριζικό σύστημα των ενεργειακών καλλιεργειών (ειδικά των πολυετών), ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους και βελτιώνει τη δομή του.

❖ Διαχείριση νερού

Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλεγούν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που



αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξή τους και δεν απαιτούν επιπλέον άρδευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά, όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Άλλα φυτά, όπως ο ευκάλυπτος και το καλάμι, μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, αν και όταν αρδεύονται η παραγωγή τους σε βιομάζα είναι υψηλότερη. Θα πρέπει να τονίσουμε ότι όλες οι ενεργειακές καλλιέργειες έχουν μέτρια έως υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού.

❖ Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα

Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή και μπορούν να συντελέσουν στην προστασία του περιβάλλοντος με μείωση της χρήσης λιπασμάτων.

❖ Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων

Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή φυτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στον αγρό περιορίζουν την ανάπτυξη ζιζανίων. Επιπροσθέτως, δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα, και ως εκ τούτου, η χρήση μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων είναι πολύ μικρή.

❖ Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας

Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας καθώς προσαρμόζονται εύκολα και αποδίδουν ικανοποιητικά σε μεγάλο εύρος εδαφών.

❖ Κοινωνικό-οικονομικά οφέλη για την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών

➤ Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων

Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις για τους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχουν κάποιες οικονομικές ενισχύσεις.

➤ Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου

Με την ανάπτυξη καλλιεργειών για ενέργεια, θα δημιουργηθεί ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίξουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων



φυτών. Αυτό θα δώσει ώθηση στη φθίνουσα γεωργική οικονομία και θα οδηγήσει στην ανάπτυξη της εγχώριας γεωργικής βιομηχανίας.

➤ **Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος**

Η διείσδυση των ενεργειακών καλλιεργειών στην εσωτερική αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες και να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των γεωργών.

➤ **Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών**

Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών θα συντελεστεί στις αγροτικές περιοχές. Η εισροή, επομένως νέων εισοδημάτων θα βελτιώσει τη ζωή των τοπικών κοινωνιών και θα στηρίξει την ανάπτυξη σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας.

➤ **Εξασφάλιση αιφόρου περιφερειακής ανάπτυξης**

Η δημιουργία αγοράς για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, θα συμβάλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.

➤ **Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο**

Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου.

Νομοθετικό πλαίσιο

Τα βιοκαύσιμα για τη χώρα μας είναι μία νέα ενδιαφέρουσα κατηγορία Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για δύο βασικά λόγους: α) Επειδή προστατεύουν το περιβάλλον. β) Επειδή προσφέρουν πεδία επιχειρηματικής και αγροτικής ανάπτυξης καθώς παράγονται κατά βάση από φυτικές πρώτες ύλες, η απορρόφησή τους από την αγορά εξασφαλίζεται σε ένα βαθμό από κοινοτικές οδηγίες και επιτρέπουν την απαλλαγή τους από τη φορολογία, σε αντίθεση με τα «κλασικά» καύσιμα που φορολογούνται βαρύτερα.

Το Συμβούλιο της Ευρωπαϊκής Ένωσης και το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, έχουν εγκρίνει διάφορες οδηγίες που αφορούν εναλλακτικές ενεργειακές πηγές, μείωση των αερίων του θερμοκηπίου, αποφορολόγηση των



βιοκαυσίμων, ποιότητα των καυσίμων μεταφορών και θέσπιση οικονομικών κινήτρων. [64, 68]

Συγκεκριμένα:

❖ Την οδηγία 2003/30/EK, η οποία προωθεί τα βιοκαύσιμα, θέτοντας σταδιακούς στόχους για την κατανάλωση στο τομέα των μεταφορών.

Η οδηγία ορίζει ως εθνικούς ενδεικτικούς στόχους για τη χρήση των βιοκαυσίμων, το 2% του συνόλου των καυσίμων για τις μεταφορές για το έτος 2005 το οποίο σταδιακά θα ανέλθει στο 5,75% μέχρι το 2010.

Ως βιοκαύσιμα, η οδηγία ορίζει μία σειρά προϊόντων τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν όπως είναι η βιοαιθανόλη, το βιοντήζελ, το βιοαέριο, τη βιομεθανόλη, το βιοϋδρογόνο (υδρογόνο παραγόμενο από βιομάζα), καθαρά φυτικά έλαια καθώς και διάφορα παράγωγα αυτών.

Ενδιαφέρον για τη χώρα μας κατά κύριο λόγο παρουσιάζει η παραγωγή βιοντήζελ και κατά δεύτερο η βιοαιθανόλη. Βιοντήζελ παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους, όπως ελαιοκράμβη, ηλίανθος, σόγια, βαμβάκι κ.λπ., ενώ βιοαιθανόλη παράγεται από σακχαρούχα, κυτταρινούχα και αμυλούχα φυτά, όπως καλαμπόκι, γλυκό σόργο, ζαχαρότευτλα, σιτάρι κ.λπ.

❖ Η οδηγία 2003/96/EK, η οποία αφορά την ολική ή μερική αποφορολόγηση των βιοκαυσίμων από τα κράτη μέλη.

❖ Η οδηγία 98/70/EK αφορά την ποιότητα των καυσίμων των μεταφορών, επιτρέπει την πώληση βενζίνης με αιθανόλη μέχρι 5%, καθώς και πετρέλαιο κίνησης με περιεκτικότητα μέχρι 5% σε βιοντήζελ.

❖ Η οδηγία 1782/2003 με την οποία θεσπίζονται οικονομικά κίνητρα για την προώθηση και στήριξη των ενεργειακών καλλιεργειών.

❖ Σύμφωνα με το Ν.3340/2005 οι αποφορολογημένες ποσότητες βιοντήζελ για το 2005 ανέρχονταν σε 51.000 m³, ενώ για τα έτη 2006 και 2007 έχουν οριστεί στα 91.000 και 114.000 m³ αντίστοιχα.

Το 2% σε ενεργειακό περιεχόμενο υπολογίζεται ότι αντιστοιχεί σε 45.000 τόνους βιοντήζελ, για το έτος 2005. Για την παραπάνω ποσότητα απαιτείται καλλιεργούμενη έκταση περίπου 500.000 στρέμματα. Το έτος 2010, θα απαιτηθούν περίπου 150.000 τόνοι βιοντήζελ, ποσό ισοδύναμο με το 5,75% και καλλιεργούμενη έκταση περίπου 2.000.000 στρέμματα.



7. ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗ

7.1 Προϊόντα – Χρησιμότητα

Η χρησιμότητα του φυτού είναι μεγάλη και οι χρήσεις του πολλές, με αποτέλεσμα η ελαιοκράμβη να βρίσκεται διεθνώς στο επίκεντρο πολλών συζητήσεων, κυρίως επειδή έχουν παραχθεί νέες ποικιλίες (γενετικά τροποποιημένες και μη) με ενδιαφέρουσες ιδιότητες καθώς το κραμβέλαιο είναι μία καλή ύλη για την παραγωγή βιοντήζελ.

Έλαιο για ανθρώπινη κατανάλωση

Το κραμβέλαιο πριν τριάντα χρόνια περίπου δεν ήταν εδώδιμο. Τα προγράμματα γενετικής βελτίωσης της δεκαετίας του 1970 στον Καναδά οδήγησαν στη δημιουργία ποικιλιών που παράγουν βρώσιμο λάδι. Η θρεπτική αξία και η ποιότητα του λαδιού καθορίζεται από το μήκος της αλυσίδας, τη θέση και τον αριθμό των ακόρεστων δεσμών των λιπαρών οξέων, από τα οποία αποτελούνται τα τριγλυκερίδια. [40]

Το εδώδιμο κραμβέλαιο «canola» περιέχει τριγλυκερίδια με 5-8% κορεσμένα λιπαρά οξέα, 30-65% μονοακόρεστα και 30-35% πολυακόρεστα με αποτέλεσμα να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη μαγειρική και στην παρασκευή μαργαρίνης.

Το παραπάνω εδώδιμο λάδι περιέχει λιγότερο από 4% λινολενικό (18:3) και περίπου 70% ελαϊκό (18:1), σύσταση δηλαδή που πλησιάζει αυτή του ελαιολάδου.

Συμπέρασμα: Οι καταναλωτές το προτιμούν επειδή έχει χαμηλό ποσοστό κορεσμένων οξέων αλλά και χαμηλό ποσοστό πολυακόρεστων.

Ζωοτροφές

Η ελαιοκράμβη αποτελεί μία άριστη, θρεπτική και πλούσια σε ενέργεια ζωοτροφή. (Ανάλυση σπόρου των 8 ποικιλιών στο Εργαστήριο Ελέγχου Κυκλοφορίας Ζωοτροφών).

Μετά την εξαγωγή του λαδιού ο σπόρος της ελαιοκράμβης αποδίδει κραμβάλευρο (πλακούντα, πίττα) με περιεκτικότητα 30% περίπου σε πρωτεΐνες, λίπη 9%, φυτικές ίνες 10%, εκχυλισματικές ουσίες ελεύθερες αζώτου 30% και ανόργανες ουσίες που εκφράζονται ως τέφρα 7%. [14]

Η ύπαρξη υψηλού ποσοστού ερουκικού οξέος [erucic acid, (22:1)]



$\text{CH}_3-(\text{CH}_2)_7-\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_{11}\text{COOH}$ δεν το καθιστούσε εδώδιμο διότι δημιουργούσε προβλήματα στο πεπτικό σύστημα. Στο σπόρο επίσης υπάρχουν φυσικές τοξίνες (glucosinolates) που καθιστούν ακατάλληλο τον πλακούντα για ζωοτροφή, γιατί οι ουσίες αυτές δημιουργούν επικίνδυνες παρενέργειες στον θηροειδή αδένα των ζώων. Επειδή η σύνθεση του λαδιού και των τοξινών είναι γενετικά ελεγχόμενη, τη δεκαετία του '70 η γενετική βελτίωση οδήγησε στη δημιουργία ποικιλιών που παράγουν βρώσιμο λάδι και πρωτεϊνούχο κραμβάλευρο με λιγότερο από 2% ερουκικό οξύ και με λιγότερα από 30 μmol glucosinolates ανά γραμμάριο, κατάλληλο για ζωοτροφή. [45]

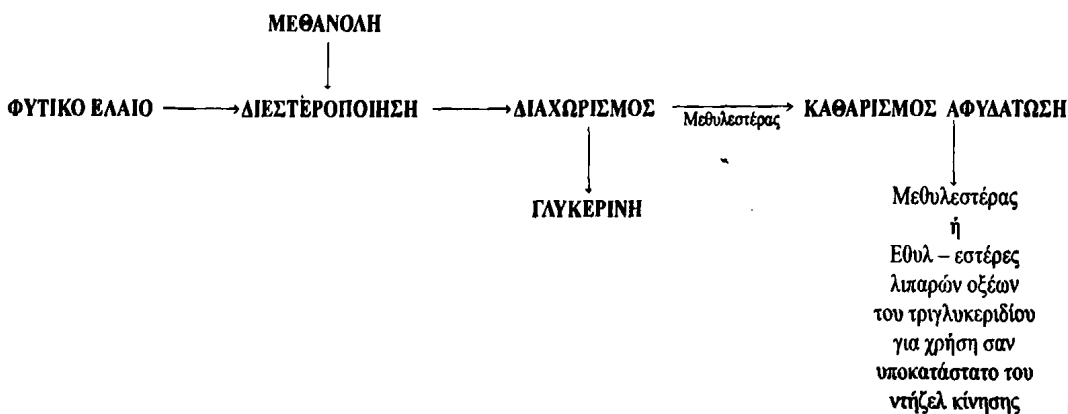
Οι ποικιλίες αυτές είναι γνωστές ως «canola» ή «τύπου 00» και περιέχουν λάδι με μικρό ποσοστό ερουκικού οξέος και κραμβάλευρο με πολύ μικρή συγκέντρωση τοξινών, πολύτιμη πρώτη ύλη για ζωοτροφές.

Παραγωγή Βιοντήζελ

Άλλες δύο χρήσεις του λαδιού της ελαιοκράμβης το οποίο αναφέρεται με τον όρο «βιομηχανικό κραμβέλαιο», δηλαδή λάδια τα οποία περιέχουν πάνω από 45% ερουκικό οξύ, είναι η χρησιμοποίηση του ως λιπαντικό ή ως υδραυλικό υγρό αφ' ενός και αφ' ετέρου ως πρώτη ύλη, για την παραγωγή βιολογικού ντήζελ (βιοντήζελ), υποκατάστατου του συμβατικού ντήζελ κίνησης. [19,20]

Το φυτικό λάδι αντιδρά με μεθανόλη και παράγονται, ο μεθυλεστέρας του τριγλυκεριδίου και η γλυκερίνη. Ο εστέρας του τριγλυκεριδίου μετά τον καθαρισμό και την αφυδάτωση του, αποτελεί άριστο υποκατάστατο του ντήζελ κίνησης, ενώ η γλυκερίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη φαρμακευτική βιομηχανία. [19,20]

Συνοπτικά η παραγωγή βιολογικού ντήζελ από το κραμβέλαιο έχει ως εξής:



Πιο εκτενής αναφορά για την τεχνολογία παραγωγής, τις ιδιότητες το πλεονεκτήματα, τα μειονεκτήματα, τη χρήση του βιοντήζελ παρατίθενται στο ειδικό κεφάλαιο της παρούσας εργασίας.

7.2 Γενικά – Σύντομη περιγραφή του φυτού

Η ελαιοκράμβη (*Brassica napus*) είναι φυτό μεσογειακής προέλευσης, ετήσιο και ανήκει στην οικογένεια των σταυρανθών ή βρασσικίδων (*Cruciferae or Brassicaceae*). Ευδοκμεί στην υποτροπική ζώνη και παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα στην κεντρική και βόρεια Ευρώπη.

Η *B. napus* προήλθε από διασταύρωση μεταξύ των ειδών της *B. oleracea* και της *B. campestris* σε αντίθεση με τη *B. carinata* που είναι αποτέλεσμα της διασταύρωσης μεταξύ των ειδών της *B. nigra* και της *B. oleracea*.

Καλλιεργείται για τα σπέρματά της, για παραγωγή λαδιού, το οποίο αποτελεί πρώτη ύλη παραγωγής βιοκαυσίμων και βρώσιμου λαδιού. Έχει κατά μέσο όρο μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (30-50%) και 10-45% σε πρωτεΐνη επί της ξηράς ουσίας. Μετά την εξαγωγή του λαδιού, τα υπολείμματά της (η λεγόμενη πίτα ή πλακούντας) χρησιμοποιούνται σαν ζωοτροφή καθώς είναι πλούσια σε πρωτεΐνη.

Το βάθος του ριζικού συστήματος ξεπερνά τα 50 cm(καλλιέργεια σε φυτοδοχεία) ενώ σε συνθήκες χωραφιού τα 30-40 cm.



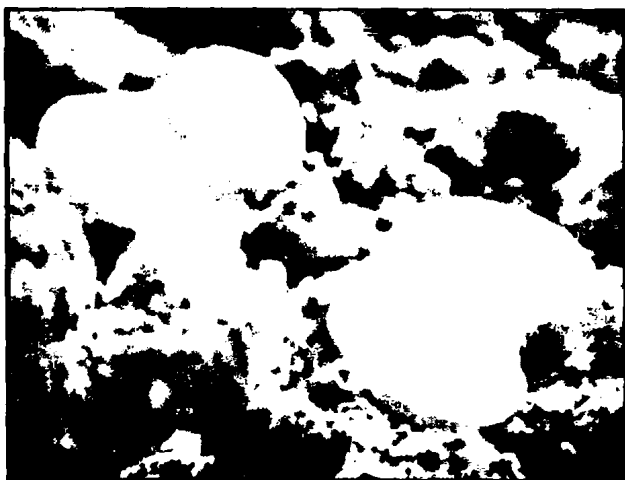
Εικόνα 7.1 Ριζικό σύστημα φυτού ελαιοκράμβης σε πλήρη ανάπτυξη

Ο βλαστός είναι στρόγγυλης διατομής, γεμάτος εντεριώνη και το ύψος του κυμαίνεται από 1,2 m μέχρι 1,8 m ή και παραπάνω.

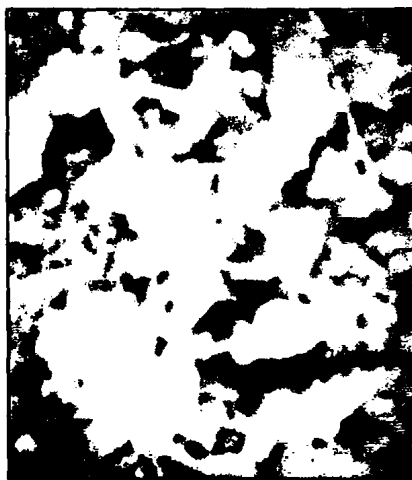


Εικόνα 7.2 Βλαστός ελαιοκράμβης

Τα φύλλα χωρίζονται στα εμβρυακά ή κοτυληδόνες και στα πραγματικά (κανονικά) φύλλα. Μετά την εμφάνιση του τρίτου ή τέταρτου κανονικού φύλλου τα εμβρυακά φύλλα ξηραίνονται και πέφτουν. Τα φύλλα της βάσης είναι πιο μεγάλα από αυτά της κορυφής.



Εικόνα 7.3 Εμβρυακά φύλλα



Εικόνα 7.4 Πραγματικά φύλλα

Η ταξιανθία είναι βότρυς και περιλαμβάνει πάνω από 100 άνθη. Η άνθιση διαρκεί περίπου τέσσερις εβδομάδες. Τα άνθη έχουν το χαρακτηριστικό σχήμα των σταυρανθών. Ο κάλυκας αποτελείται από τέσσερα σέπαλα, η στεφάνη από τέσσερα πέταλα με έντονο κίτρινο χρώμα. Οι έξι στήμονες βρίσκονται σε δύο κύκλους. Παρουσιάζει μερικό ασυμβίβαστο και έτσι

επικρατεί η σταυρογονιμοποίηση, η οποία γίνεται με έντομα και ειδικότερα με τις μέλισσες. Ανήκει στα εντομόφιλα φυτά.



Εικόνα 7.5 Ταξιανθία φυτού ελαιοκράμβης

Ο καρπός είναι κεράτιο και έχει μήκος 10-15 cm. Μέσα σ' αυτό δημιουργούνται 10-16 σπόροι, εναλλάξ διατεταγμένοι στα δύο τμήματα του κερατίου, τα οποία χωρίζονται από μία λεπτή μεμβράνη.



Εικόνα 7.6 Στήμονες (6) άνθους ελαιοκράμβης

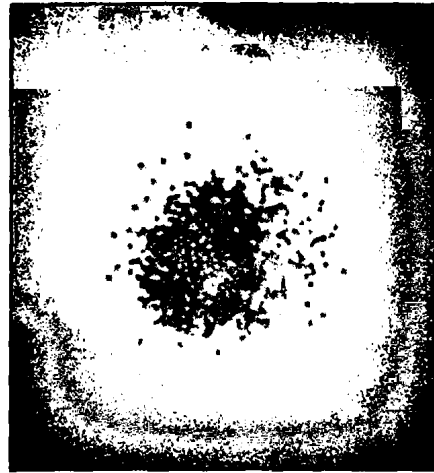


Εικόνα 7.7 Στεφάνη ελαιοκράμβης

Ο σπόρος είναι σχεδόν σφαιρικός με διάμετρο 1,8-2,8 mm, με λεία επιφάνεια και χρώμα καστανό-καστανόμαυρο. Το βάρος 1000 κόκκων κυμαίνεται στα 6-7 gr. [8,66]



Εικόνα 7.8 Καρπός ελαιοκράμβης



Εικόνα 7.9 Σπόροι ελαιοκράμβης

7.3 Στάδια ανάπτυξης της ελαιοκράμβης

Η ελαιοκράμβη παρουσιάζει έξι (6) βλαστικά στάδια. [2]

A: Πρώτο στάδιο – Στάδιο των κοτυληδόνων

Μόλις η θερμοκρασία και η υγρασία του εδάφους φτάσει σε κανονικά επίπεδα, σε διάστημα περίπου 10 ημερών (ανάλογα με την εποχή σποράς) έχουμε το φύτρωμα δηλ. την εμφάνιση των κοτυληδόνων στην επιφάνεια του εδάφους (επίγειος τρόπος φυτρώματος), οι οποίες εξελίσσονται σε εμβρυακά φύλλα. Η επιφάνεια των φύλλων είναι λεία, με χρώμα ζοηρό βαθυπράσινο και υφή σαρκώδη.

B: Δεύτερο στάδιο – Σχηματισμός κανονικών φύλλων

Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από την εμφάνιση των πρώτων πραγματικών φύλλων και την ξήρανση των εμβρυακών. Το φαινόμενο αυτό παρατηρείται περίπου 15 ημέρες μετά τη σπορά.

Γ: Τρίτο στάδιο – Στάδιο ροζέτας

Το στάδιο αυτό ονομάζεται και στάδιο της ροζέτας. Έχουμε την εμφάνιση 10-11 φύλλων, διατεταγμένων συγκεντρικά, που δίνουν στο φυτό τη χαρακτηριστική αυτή μορφή. Ακόμα δεν έχει εμφανιστεί το ακραίο μερίστωμα. Σ' αυτό το στάδιο, το φυτό εισέρχεται περίπου στις 60-80 ημέρες από την σπορά (ανάλογα με την εποχή σποράς). Είναι το στάδιο της διαχείμασης, όπου όλες οι λειτουργίες του φυτού σχεδόν σταματούν και το φυτό χρειάζεται χαμηλές θερμοκρασίες, περίπου 2⁰C για 30-40 ημέρες για να εαρινοποιηθεί.

Δ: Τέταρτο στάδιο – Στάδιο έκπτυξης – ανόρθωσης

Με την άνοδο της θερμοκρασίας την άνοιξη, παρατηρείται μία παρατεταμένη ανάπτυξη του βλαστού του φυτού και στην κορυφή του ακραίου μεριστώματος εμφανίζονται ανθικές καταβολές. Το φυτό βρίσκεται στο τέλος του βλαστικού και στην αρχή του αναπαραγωγικού σταδίου.

Ε: Πέμπτο στάδιο – Άνθηση

Μετά από 130 – 140 ημέρες περίπου από τη σπορά αρχίζει το στάδιο της άνθησης. Η άνθηση κάθε άνθους, διαρκεί περίπου μία έως τρεις ημέρες, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες. Το άνοιγμα των ανθέων γίνεται στις 8 με 9 η ώρα το πρωί.

Η άνθηση του φυτού διαρκεί περίπου τρεις εβδομάδες, όπου παρατηρείται και μικρή βλαστική ανάπτυξη. Η άνθηση αρχίζει από τα κατώτερα άνθη και προχωρεί προς τα επάνω, με αποτέλεσμα ο διαχωρισμός του πέμπτου από τα έκτο στάδιο δεν είναι εντελώς οριοθετημένος.

ΣΤ: Έκτο στάδιο – Ωρίμανση

Το στάδιο αυτό χαρακτηρίζεται από το σταμάτημα της βλαστικής ανάπτυξης, την ολοκλήρωση της άνθησης και την αρχή της ωρίμανσης. Το στάδιο αυτό μπορεί να διακριθεί σε τέσσερα υποστάδια.

Πρώτο υποστάδιο (πράσινη ωρίμανση)

Αυτό το υποστάδιο συμπίπτει και με το πέμπτο στάδιο, διότι κατά τη διάρκεια της άνθησης, έχουν ήδη δημιουργηθεί στα κατώτερα τμήματά του φυτού οι πρώτοι καρποί. Το κεράτιο είναι κιτρινοπράσινο και οι σπόροι πράσινοι και μαλακοί.

Δεύτερο υποστάδιο (καστανή ωρίμανση)

Το κεράτιο αλλάζει χρώμα, γίνεται κίτρινο, οι σπόροι καστανοί και αποχωρίζονται εύκολα οι δύο κοτυληδόνες με την πίεση του χεριού. Παρατηρείται επίσης μικρή μείωση της υγρασίας του σπόρου, με ταυτόχρονη αύξηση των πρωτεϊνών και των λιπών.

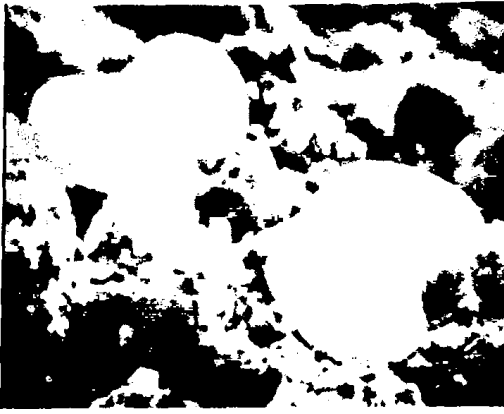
Τρίτο υποστάδιο (ολοκληρωτική ωρίμανση) – Εμπορική ή οικονομική ωρίμανση

Ο σπόρος έχει χάσει την υγρασία του (κατέρχεται περίπου στο 13%), έχει αποκτήσει το μαύρο χρωματισμό και οι κοτυληδόνες δεν αποχωρίζονται με το χέρι. Το κεράτιο έχει πάρει γκριζοκίτρινο χρώμα.

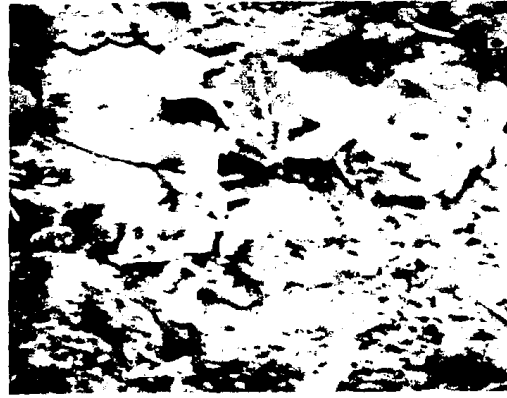
Τέταρτο υποστάδιο (τελική ωρίμανση)

Χαρακτηρίζεται από την υπερωρίμανση, όπου τα κεράτια ανοίγουν και οι σπόροι «τινάζονται».

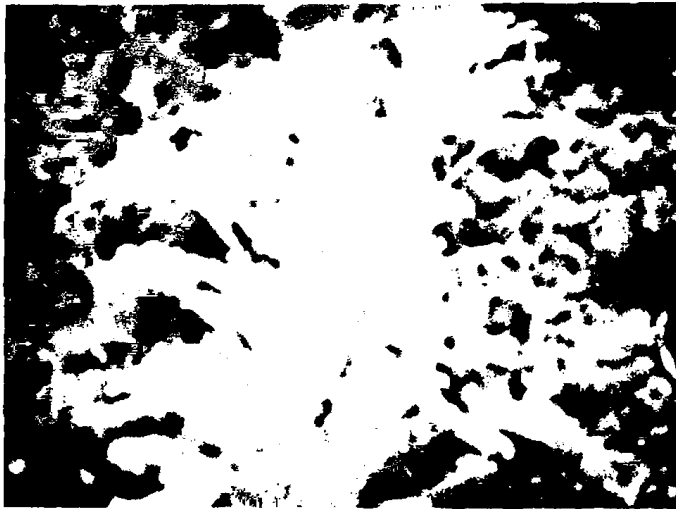




A) Στάδιο των κοτυληδόνων



B) Σχηματισμός κανονικών φύλλων



Γ) Στάδιο ροζέτας



Δ) Στάδιο έκπτυξης - ανόρθωση



Ε) Στάδιο άνθησης



ΣΤ) Στάδιο ωρίμανσης

Εικόνα 7.10 Βλαστικά στάδια ανάπτυξης της ελαιοκράμβης

7.4 Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

7.4.1 Έδαφος

Προτιμά καλά στραγγιζόμενα εδάφη, αργιλοπηλώδη και βαθιά. Πρέπει να αποφεύγονται τα πολύ συνεκτικά, καθώς και τα πολύ ελαφρά. Το pH του εδάφους κυμαίνεται μεταξύ 5,5 και 8,0, με άριστο 6,5 μέχρι 7,5. Σε εδάφη όπου το pH δεν ξεπερνά το 5,5, χρειάζονται βελτίωση για καλύτερα αποτελέσματα. Δεν συνιστάται η καλλιέργεια σε αλατούχα εδάφη. [14]

7.4.2 Κλίμα

Καλλιεργείται σε πολλά γεωγραφικά πλάτη λόγω του μεγάλου αριθμού ποικιλιών και υβριδίων που περιλαμβάνει. Αναπτύσσεται καλά σε περιοχές με ήπιο χειμώνα, αν και έχει μεγάλη αντοχή στους παγετούς, όταν βρίσκεται στο κατάλληλο στάδιο όπως είναι το τρίτο και με μέση θερμοκρασία κάτω από 25⁰C. Θερμοκρασίες μέχρι και -15⁰C για μικρό όμως χρονικό διάστημα δεν επηρεάζουν τη καλλιέργεια, μάλιστα εάν είναι σκεπασμένη με χιόνι οι θερμοκρασίες μπορούν να φτάσουν και τους -20⁰C. [56]

Μετά την άνθηση και μέχρι την ωρίμανση, δηλαδή περίπου 60 ημέρες, θα πρέπει το σύνολο των μέσων ημερήσιων θερμοκρασιών να ανέρχονται στους 870 ⁰C – 900 ⁰C.

7.5 Τεχνική της καλλιέργειας

7.5.1 Αμειψισπορά

Η ελαιοκράμβη αποτελεί μέρος των συστημάτων αμειψισποράς με χειμωνιάτικα σιτηρά, ψυχανθή καρποδοτικά, καλαμπόκι και ζαχαρότευτλα. Στα περισσότερα περιβάλλοντα, αποτελεί μία καλή εναλλαγή στην καλλιέργεια των χειμερινών σιτηρών.

7.5.2 Προετοιμασία εδάφους

Επειδή ο σπόρος της ελαιοκράμβης είναι πολύ μικρός, είναι απαραίτητη μια καλή προετοιμασία της σποροκλίνης όπου θα εξασφαλισθεί το σωστό βάθος και το ομοιόμορφο φύτεμα.

Η προετοιμασία μπορεί να επιτευχθεί με όργωμα ή με ελάχιστη (μειωμένη) κατεργασία. Το όργωμα προτιμάται σε πιο βαριά εδάφη και όταν η ελαιοκράμβη, ακολουθεί καλλιέργεια που αφήνει σημαντική ποσότητα υπολειμμάτων. Η μειωμένη καλλιέργεια εφαρμόζεται σε πιο χαλαρά (λιγότερο συμπαγή) εδάφη, καλής δομής.

7.5.3 Λίπανση

Το φυτό απαιτεί μία μέτρια λίπανση σε άζωτο και φώσφορο και πιο αυξημένη σε κάλιο.

Το άζωτο είναι στοιχείο σημαντικό για την καλλιέργεια, κάτω από συνθήκες καλής γονιμότητας, η ποσότητα του χορηγούμενου αζώτου θα πρέπει να είναι της τάξης 10-18 λιπαντικές μονάδες το στρέμμα. Για την περίοδο που πρέπει να δοθεί το άζωτο και σε πόσες δόσεις υπάρχουν διάφορες απόψεις.

Η επιφανειακή αζωτούχος λίπανση θα πρέπει να μοιράζεται σε δύο δόσεις. [14]

Η αζωτούχος λίπανση επηρεάζει, θετικά την απόδοση και την περιεκτικότητα του σπόρου σε πρωτεΐνες, αρνητικά την περιεκτικότητα του λαδιού στο σπόρο και την αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες, αυξάνει δε τον κίνδυνο πλαγιάσματος.

Πίνακας 7.1 Επίδραση του αζώτου σε διάφορα ποιοτικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά της ελαιοκράμβης [14]

0	45,4	24,6	7,3	9,2
6	45,7	24,8	7,1	8,7
12	45,0	25,7	6,9	8,3
18	44,0	26,4	6,5	7,9
24	44,0	27	6,5	7,7

* Άριστη αντοχή: 10
Ολική καταστροφή: 1

* * Άριστη αντοχή: 10
Ολικό πλάγιασμα: 1



Πίνακας 7.2 Επίδραση της δόσης του αζώτου στο λάδι [14]

Όλο το N την Άνοιξη	100
Ποσότητα 30% το Φθινόπωρο και 70% την Άνοιξη	96
Καθόλου χορήγηση N	71

Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε φώσφορο (P_2O_5) κυμαίνονται στις 6-12 λιπαντικές μονάδες. Η κύρια πρόσληψη του φωσφόρου από το φυτό, γίνεται στο τέταρτο στάδιο ανάπτυξης του φυτού (στάδιο έκπτυξης – ανόρθωσης). Η πρόσληψη του φωσφόρου, σε χαμηλές θερμοκρασίες $1-3^{\circ}C$ είναι πιο μικρή, από ότι σε μέτριες $19^{\circ}C - 21^{\circ}C$. Ο φώσφορος συμβάλει στην αντοχή του φυτού στο ψύχος, δηλαδή έλλειψη φωσφόρου συνεπάγεται και μείωση της ανθεκτικότητας του φυτού σε χαμηλές θερμοκρασίες, αγρονομικό χαρακτηριστικό πολύ σημαντικό στην περίπτωση καλλιέργειας της ελαιοκράμβης.

Το κάλιο αποτελεί σημαντικό παράγοντα σε διάφορες διεργασίες του φυτού. Το κάλιο προσδίδει ανθεκτικότητα στα παθογόνα, αυξάνει την αντοχή του φυτού σε χαμηλές θερμοκρασίες και συμβάλει στις διάφορες λειτουργίες του φυτού. Οι ανάγκες της καλλιέργειας σε κάλιο κυμαίνονται στις 10-30 λιπαντικές μονάδες.

Η ελαιοκράμβη είναι ένα θειόφιλο φυτό. Με τη θεική λίπανση αυξάνεται η απόδοση κατά 50% - 150% [14]. Συνήθως το θείο χορηγείται έμμεσα με τη θεική, θειοφωσφορική αμμωνία.

Για την επίδραση των λοιπών ιχνοστοιχείων στην ελαιοκράμβη δεν υπάρχουν πολλές πληροφορίες.

7.5.4 Ζιζανιοκτονία

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, καθώς το φυτό είναι πολύ ευαίσθητο στα ζιζάνια και ιδιαίτερα στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του. Αργότερα όταν η ελαιοκράμβη αναπτυχθεί, αποκτά γρήγορα μεγάλο δείκτη φυλλικής επιφάνειας και είναι πολύ ανταγωνιστική.

Ο έλεγχος των ζιζανίων επιτυγχάνεται με προσεκτική επέμβαση, με ενσωμάτωση 250 gr/στρ. τριφλουραλίνης.

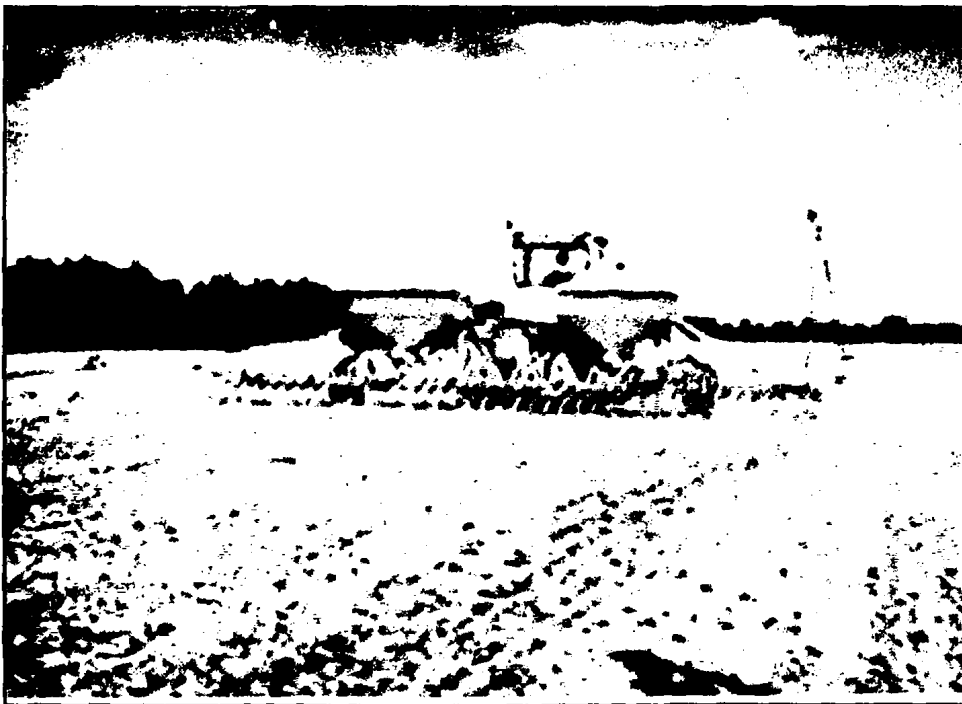


7.5.5 Σπορά

Η εποχή σποράς ποικίλει ανάλογα με το περιβάλλον και την ποικυβρίδιο. Η ιδανική εποχή σποράς είναι, αυτή που θα επιτρέψει στο φυτό να φθάσει στο τρίτο στάδιο (στάδιο της ροζέτας) πριν τις παγωνιές του χειμώνα. Προτεινόμενη εποχή σποράς είναι η πρόωμη σπορά, η οποία γίνεται τον Σεπτέμβριο μέχρι τέλη Οκτωβρίου. Σπορά μεταξύ 20 Οκτωβρίου και 15 Νοεμβρίου θεωρείται όψιμη.

Σε ότι αφορά τις αποστάσεις σποράς και εδώ υπάρχουν αρχαιολογικές διχογνωμίες. Συνιστάται σπορά σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών 17-4 και 15-20 φυτά ανά μέτρο γραμμής.

Τα υβρίδια απαιτούν χαμηλότερη πυκνότητα σποράς απ' ό,τι οι διάφορες ποικιλίες. Προτεινόμενος αριθμός φυτών ανά στρέμμα, περίπου 50.000 και ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα, 350-500 g ανάλογα με το βάρος των σπόρων, το οποίο ποικίλει ανάμεσα σε 4-6 γραμμάρια.



Εικόνα 7.10 Σπορά ελαιοκράμβης με σύγχρονη πνευματική μηχανή [BIO – REWA HELLAS AE]

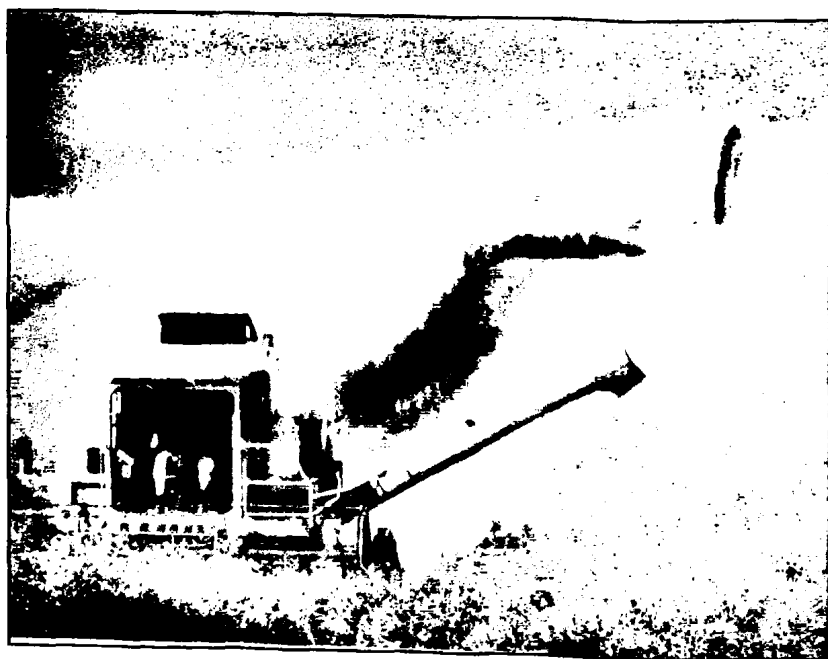
7.5.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή μπορεί να γίνει, όταν η υγρασία του σπόρου κατέβει κάτω από 14%, αλλά όχι κάτω του 10%, γιατί τότε αυξάνονται οι απώλειες λόγω «τινάγματος» των σπόρων. [61, 66]

Μετά τη φυσιολογική ωρίμανση, το φυτό αλλάζει χρώμα κο από κιτρινοπράσινος γίνεται καστανόμαυρος.

Ο χρόνος συγκομιδής γενικά θα πρέπει να συμβιβαστεί ωρίμανση, ώστε το ποσοστό «τινάγματος» των σπόρων να είναι δυνατόν λιγότερο. Γενικά στην περίπτωση υπερωρίμανσης συνι γίνεται η συγκομιδή τις πρωινές ώρες.

Το μεγάλο ποσοστό του τινάγματος δημιουργείται, από ελαιοκράμβη έχει ένα μεγάλο διάστημα άνθησης, άρα και μεγάλε ωρίμανσης. Ενώ τα κάτω κεράτια είναι έτοιμα για συγκομιδή βρίσκονται ακόμα στην φυσιολογική ωρίμανση.



Εικόνα 7.11 Συγκομιδή ελαιοκράμβης με θεριζοαλωνιστικές μηχανές

7.6 Εχθροί και ασθένειες

7.6.1 Εχθροί

Psylliodes chrysocephala (Άλτης της ελαιοκράμβης)

Βιολογία – Ξενιστές: Προσβάλλει την ελαιοκράμβη κυρίως ως προνύμφη, αλλά και ως ενήλικο. Τα ενήλικα αποθέτουν τα αυγά τους το φθινόπωρο και λίγο πριν την άνοιξη. Οι προνύμφες διατρυπών το μίσχο καθώς και το βλαστό και εισχωρούν σ' αυτούς κάνοντας στοές. Τα ενήλικα έντομα τρέφονται από τα φύλλα, όπου δημιουργούν χαρακτηριστικές στρόγγυλες, διαμπερείς οπές.

Καταπολέμηση: Η ορθή αντιμετώπιση γίνεται προληπτικά με τη χρησιμοποίηση εντομοκτόνων εδάφους, που προστατεύουν τα φυτά κατά τα πρώτα στάδια, μέχρι το φυτό αποκτήσει 4 πραγματικά φύλλα. Όταν η προσβολή είναι μεγάλη, πρέπει να γίνεται χημική επέμβαση. Όριο επέμβασης τίθεται η προσβολή, σε αρχικό στάδιο (μία στοά), του 70% των φυτών.

Meligethes aeneus (Σκαθάρι των ανθέων)

Βιολογία – Ξενιστές: Προσβάλλει το φυτό τόσο η προνύμφη, η οποία κατατρώγει τις ανθικές καταβολές σε αρχικά στάδια, όσο και το ενήλικο που τρέφεται με μπουμπούκια και άνθη, με αποτέλεσμα να έχουμε κενά στις ταξιανθίες. Ευνοείται σε θερμοκρασίες γύρω στους 15 °C.

Καταπολέμηση: Πρέπει να γίνεται με εντομοκτόνα επαφής που δεν προσβάλλουν τις μέλισσες, όταν εμφανιστούν 3 έως 4 ενήλικα έντομα ανά φυτό.

Ceutorhynchus assimilis (Σκαθάρι των κερατίων της ελαιοκράμβης)

Βιολογία – Ξενιστές: Ενεργοποιείται και αφήνει τους τόπους διαχείμανσής του, μόλις η θερμοκρασία υπερβεί του 9 °C. Ιδανικές συνθήκες για το πέταγμα του εντόμου, είναι οι θερμοκρασίες περίπου στους 20 °C. Το θηλυκό τρυπά το κεράτιο και εναποθέτει σ' αυτό 2-3 αυγά. Οι προνύμφες που εκκολάπτονται τρέφονται με τους σπόρους. Το ενήλικο έντομο εξέρχεται από μία χαρακτηριστική οπή που δημιουργεί και που αποτελεί σημείο αναγνώρισης της προσβολής.



Καταπολέμηση: Αυτή είναι δύσκολη διότι πρέπει να γίνει κατά την πλήρη άνθηση, όπου τα φυτά έχουν αναπτυχθεί πολύ σε ύψος.

Άλλοι εχθροί με μικρότερη σημασία είναι τα έντομα:

- *Breviorine brassical*
- *Athalia rozae* ή *colibri*
- *Ceutorhynchus pleurostigma*

7.6.2 Ασθένειες

Γενικά στην Ευρώπη παρατηρείται μία μείωση στην απόδοση, της τάξης του 15% από εχθρούς, 5% από ασθένειες και 10% από ζιζάνια.

***Plasmodiophora brassicae* (Καρκίνωση των σταυρανθών)**

Συμπτώματα: Εμφάνιση χλωρωτικών φυτών με λεπτά φύλλα, τα οποία κατά τις θερμές ώρες της ημέρας παρουσιάζουν μαρασμό. Το χαρακτηριστικότερο όμως σύμπτωμα της ασθένειας, είναι η εμφάνιση διογκωμένου και παραμορφωμένου ριζικού συστήματος (ασύμμετρα εξογκώματα στις ρίζες). Τα συμπτώματα στο υπέργειο τμήμα, είναι αποτέλεσμα της κακής λειτουργίας του ριζικού συστήματος (απόφραξη ηθμαγγειωδών δεσμίδων).

Συνθήκες ανάπτυξης: Η ασθένεια ευνοείται σε υγρά, δροσερά και όξινα εδάφη. Το optimum της ασθένειας εκδηλώνεται στους 20 – 25 °C.

Καταπολέμηση: Η αντιμετώπιση της ασθένειας γίνεται κυρίως με καλλιεργητικά μέτρα, όπως αποφυγή καλλιέργειας σε όξινα και υγρά εδάφη.

***Alternaria brassicae* και *A. brassicicola* (Αλτεναρίαση της ελαιοκράμβης)**

Συμπτώματα: Ο μύκητας εκδηλώνεται με μικρές καστανόμαυρες κηλίδες στα κεράτια, λίγο πριν την ωρίμανσή τους. Τα κεράτια συρρικνώνονται, ανοίγουν και πέφτουν οι ανώριμοι ακόμη σπόροι.



Συνθήκες ανάπτυξης: Ο μύκητας διατηρείται στα φυτικά υπολείμματα ή και στο σπόρο και με ευνοϊκές συνθήκες μολύνουν την καλλιέργεια. Θερμοκρασίες αέρα μεταξύ 25 και 30 °C, όπως και υψηλή σχετική υγρασία ευνοούν σημαντικά τις μολύνσεις.

Καταπολέμηση: Η αντιμετώπιση γίνεται με καλλιεργητικά μέτρα, όπως είναι ο περιορισμός της υγρασίας, η καταστροφή των υπολειμμάτων και η ορθολογική λίπανση. Τέλος μερική αντιμετώπιση μπορεί, να έχουμε με διάφορα μυκητοκτόνα.

***Sclerotinia sclerotiorum* (Σήψη από σκληρωτίνια ή σκληρωτινίαση)**

Συμπτώματα: Το πρώτο ορατό σύμπτωμα της ασθένειας, είναι ο γρήγορος μαρασμός των κορυφών των βλαστών. Οι αρχικές μολύνσεις είναι εμφανείς ως μικρές, ανοικτοπράσινες βρεγμένες κηλίδες, που αργότερα γίνονται βυθισμένες επιμήκεις και ελαφρά καστανές. Το φύλλωμα γίνεται χλωρωτικό, μαυρίζει και καταστρέφεται. Στις προσβεβλημένες περιοχές, αναπτύσσεται λευκό βαμβακώδες μυκήλιο, όπου πάνω σ' αυτό και τους μολυσμένους ιστούς αναπτύσσονται μαύρα, πολυγωνικά ανώμαλα σκληρώτια.

Συνθήκες ανάπτυξης: Αυξημένη υγρασία, πυκνή σπορά και πλούσια αζωτούχος λίπανση είναι οι κύριοι παράγοντες, που συμβάλλουν στην εμφάνιση της ασθένειας.

Καταπολέμηση: Αποτελεσματική αντιμετώπιση της ασθένειας μέχρι σήμερα δεν υπάρχει. Εφόσον παρατηρηθεί προσβολή το μόνο μέτρο αντιμετώπισης, που πρέπει να σημειωθεί, είναι αμειψισπορά και ο περιορισμός της υγρασίας στην κρίσιμη περίοδο των μολύνσεων. Σε περίπτωση προσβολής του στελέχους, ψεκασμοί με κατάλληλα μυκητοκτόνα είναι αποτελεσματικοί.

Άλλες ασθένειες που προσβάλλουν την ελαιοκράμβη είναι κάποιες κοινές σε πολλούς ξενιστές, όπως:

- *Peronospora brassicae* (Περονόσπορος)
- *Peronospora parasitica* (Περονόσπορος)
- *Erysiphe communis* (Ωίδιο)
- *Botrytis cinerea* (Τεφρά σήψη ή βοτρυτής)



8. ΥΛΙΚΑ & ΜΕΘΟΔΟΙ

Σκοπός του πειράματος ήταν να εξετασθούν και αξιολογηθούν οκτώ (8) ποικιλίες ελαιοκράμβης (χειμερινές και ανοιξιάτικες) σε ότι αφορά την προσαρμοστικότητα, την παραγωγικότητα, τα διάφορα αγρονομικά χαρακτηριστικά καθώς και την περιεκτικότητα σε λάδι και άλλα συστατικά, του παραγόμενου σπόρου σε φθινοπωρινή καλλιέργεια.

Η *Brassica napus*, όπως και η *B. carinata* μπορεί να καλλιεργηθεί τόσο σε χειμερινή, όσο και σαν ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Μετά τη συγκομιδή ακολούθησε προσδιορισμός διαφόρων συστατικών, στο Εργαστήριο Ελέγχου Κυκλοφορίας Ζωοτροφών Λάρισας (Ε.Ε.ΚΥ.Ζ). Χαρακτηριστικά έγιναν αναλύσεις σε υγρασία, ξηρά ουσία, πρωτεΐνη (ολικές αζωτούχες ουσίες), λάδι, ινώδεις ουσίες (κυτταρίνη), τέφρα, ολικό Ca, ολικός P. Οι παραπάνω αναλύσεις είναι εκφρασμένες σε νωπή βάση και σε εκατοστιαία περιεκτικότητα.

Τέλος ακολούθησε προσδιορισμός βασικών ιδιοτήτων των παραγόμενων λαδιών, ύστερα από εργαστηριακές αναλύσεις που διεξήχθησαν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου. Συγκεκριμένα μετρήθηκε η περιεκτικότητα σε λάδι (%), η πυκνότητα του λαδιού (gr/cm^3) στους 15,40 και 100 °C καθώς και το κινηματικό ιξώδες του λαδιού (mm^2/sec) στους 40°C και 100 °C.

Οι ποικιλίες που καλλιεργήθηκαν, ήταν ποικιλίες του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε) δύο (2) και ποικιλίες του εμπορίου έξι (6), που καλλιεργήθηκαν πιλοτικά σε διάφορες περιοχές της χώρας μας ή καλλιεργούνται για πρώτη φορά.

Οι οκτώ (8) ποικιλίες εκ των οποίων οι πέντε (5) ανοιξιάτικες και οι τρεις (3) χειμερινές, παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 8.1 Καλλιεργούμενες ποικιλίες

ORKAN	—	X
VECTRA	—	X
SEMENSES	—	X
ABILITY	x	—
GLADIATOR	x	—
LICOLY	x	—
LISONE	x	—
OASIS	x	—



Οι οκτώ (8) ποικιλίες δοκιμάστηκαν σε φθινοπωρινή (σχετικά όψιμη) σπορά.

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων (Randomized Complete Blocks-RCB) με 4 επαναλήψεις. Έτσι ο αριθμός των επιμέρους τεμαχίων του πειραματικού σχεδίου που προέκυψαν ήταν τριάντα δύο (32). Το μέγεθος του πειραματικού τεμαχίου ήταν $2,5 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 10 \text{ m}^2$.

Η επιλογή του συγκεκριμένου πειραματικού σχεδίου δεν ήταν τυχαία. Με γνώμονα τη διάκριση των ποικιλιών σε χειμερινές και ανοιξιότιμες, καθώς και τις πιθανές δυσμενείς κλιματικές συνθήκες (καθότι νέα καλλιέργεια για την περιοχή της Λάρισας), υπήρχε η περίπτωση καταστροφής κάποιας επανάληψης ή κάποιας επέμβασης, καθώς και η μη είσοδος κάποιας ποικιλίας στο αναπαραγωγικό στάδιο λόγω μη εαρινοποίησης. Έτσι εάν συμβεί κάποιο από τα παραπάνω γεγονότα ο τρόπος ανάλυσης δεν αλλάζει και το πείραμα εξακολουθεί να είναι ισορροπημένο. [21]

Η έκταση που εγκαταστάθηκε το πείραμα προέρχονταν από αγρανάπαυση.

Ο πειραματικός αγρός είχε συνολική έκταση $19 \text{ m} \times 23 \text{ m} = 437 \text{ m}^2$ και απεικονίζεται στο Σχεδιάγραμμα 8.1.

Για την προετοιμασία του εδάφους εφαρμόστηκε το σύστημα της μειωμένης κατεργασίας.

Η φθινοπωρινή σπορά πραγματοποιήθηκε στις 30 Νοεμβρίου, με πυκνότητα περίπου 60.000 φυτά/στρέμμα.

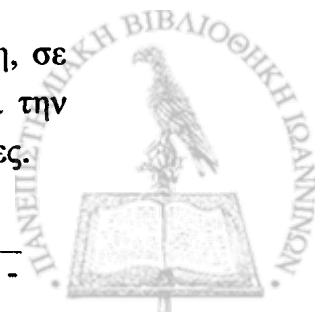
Όλες οι ποικιλίες είχαν καθαρότητα 100%, βλαστική ικανότητα μεγαλύτερη του 90% και βάρος 1.000 κόκκων κατά μέσο όρο τα 7 g.

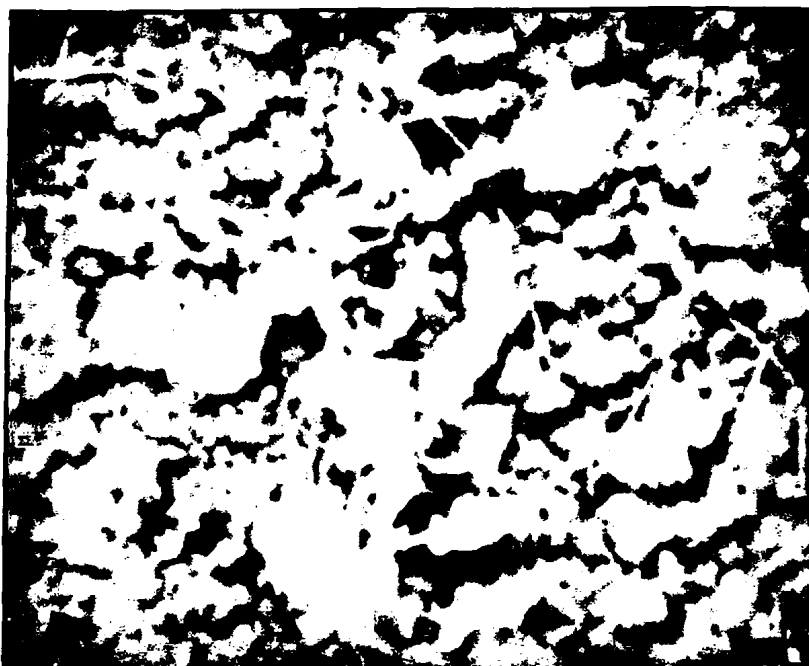
Με βάση τα παραπάνω η ποσότητα σπόρου ανά στρέμμα ανέρχεται περίπου στα 400 g. Η απόσταση μεταξύ των γραμμών ήταν 30 cm.

Πριν τη σπορά έγινε βασική λίπανση και συγκεκριμένα στις 5 Νοεμβρίου, με προσθήκη των θρεπτικών στοιχείων N,P,K σε δόσεις 4,4 και 6 λιπαντικές μονάδες/στρέμμα, αντίστοιχα.

Στις 23 Φεβρουαρίου εφαρμόστηκε μία συμπληρωματική επιφανειακή αζωτούχος λίπανση με 4 λ.μ/στρέμμα, λιπάσματος νιτρικής αμμωνίας.

Σημείωση: Πριν τη σπορά είχε προηγηθεί η εδαφολογική ανάλυση, σε ότι αφορά τη μηχανική σύσταση, την οξύτητα, την οργανική ουσία και την περιεκτικότητα σε N,P,K, Ca, όπως παρουσιάζεται στους παρακάτω πίνακες.



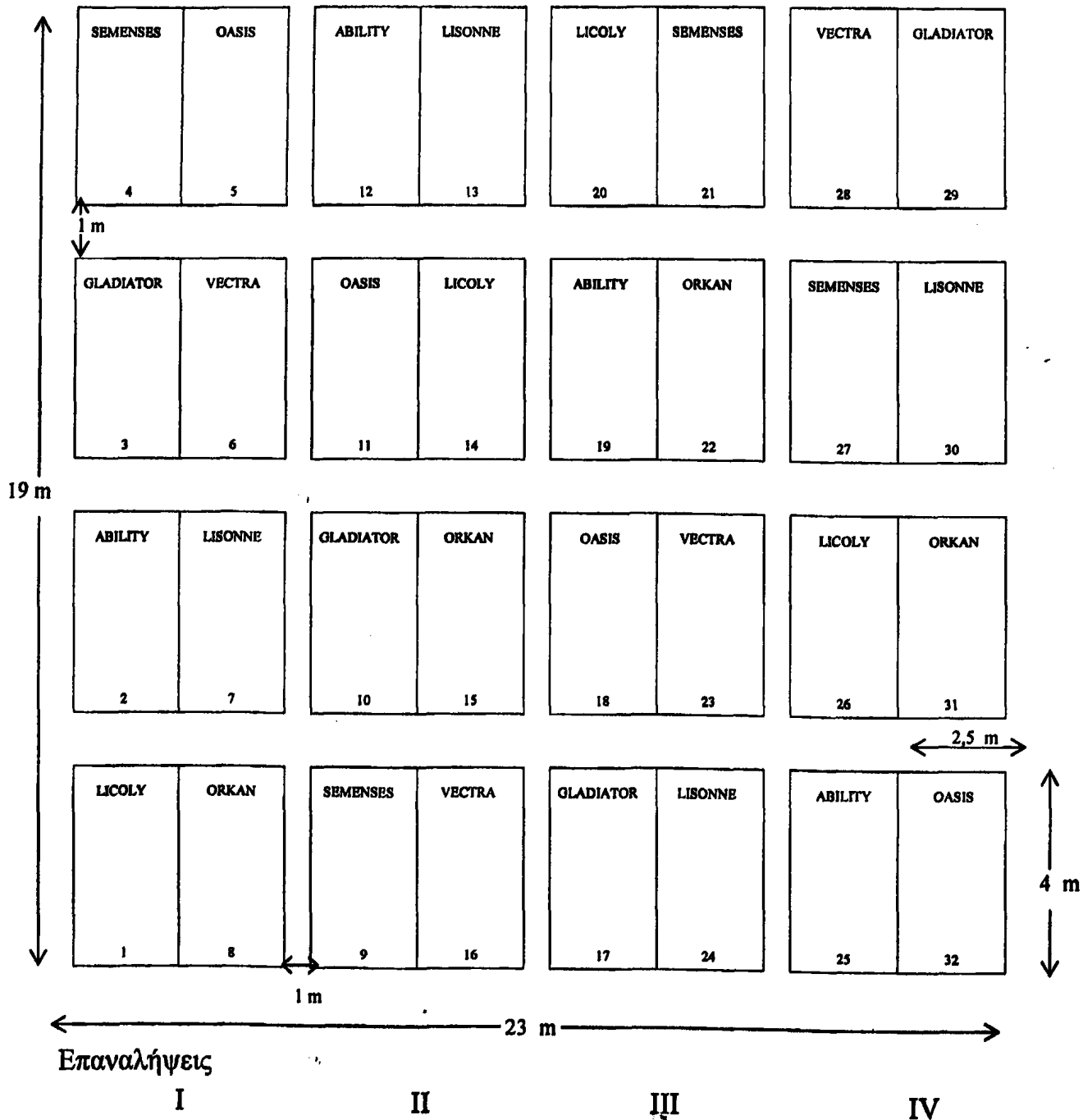


Εικόνα 8.1 Στάδιο πρώτης ανάπτυξης (εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης)

Η καλλιέργεια ήταν ξηρική.

Επειδή η ελαιοκράμβη είναι πολύ ευαίσθητη στα ζιζάνια, η αντιμετώπισή τους έγινε με βοτανίσματα όποτε ήταν αναγκαίο.

Σχεδιάγραμμα 8.1 Πειραματικό σχέδιο «τυχαιοποιημένες πλήρεις ομάδες τεμαχίων»



Πίνακας 8.2α Αναλύσεις εδάφους

Ποσειδών	Ισοστάση	Είδος βότρυς	Χημικά στοιχεία				Χημική κτηρο-σύνθεση	pH:1:1	Ηλεκτρική Αγωγιμότητα (μS/cm)	% Ολικό CaCO ₃	% Οργανική ουσία	P Ολικό (mg/kg)
			% Άμμος	% Άργιλος	% Δίωξ	% Χαλαροκτηροσύνθεση						
1	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	0-30	40	36	24	CL	8,23	719	13,9	1,34	15	441
2	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	30-60	38	40	22	CL-L	8,23		15,2		12	377
3	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	0-30	40	42	18	CL	7,57	540	2,1	1,57	7	528
4	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	30-60	34	42	24	CL	7,43		1,6		6	476

Πίνακας 8.2β Αναλύσεις εδάφους

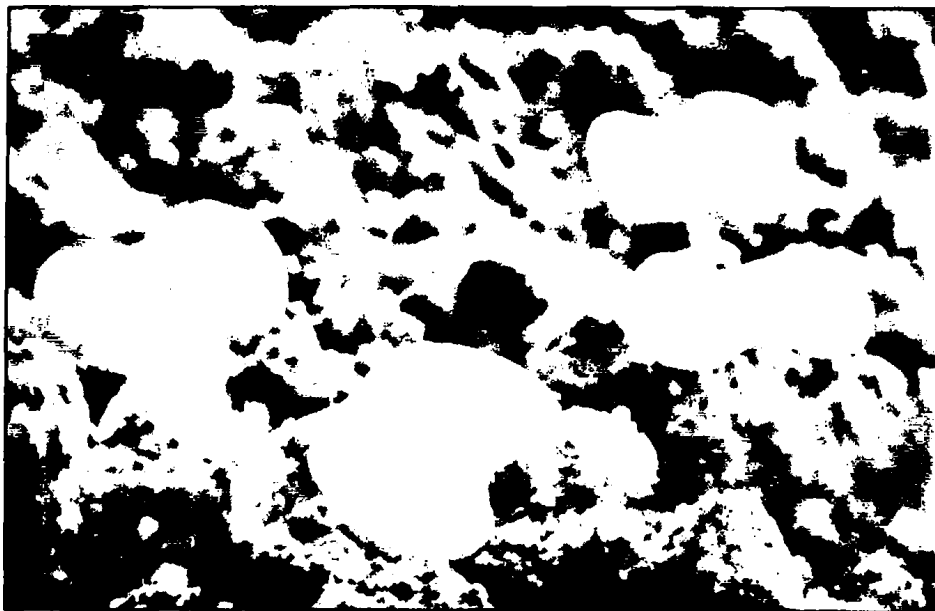
Ποσειδών	Ισοστάση	Είδος βότρυς	Μικροστοιχεία							Νιτρώδες έδαφος (mg/kg)
			Mg ⁺⁺ (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Mn (mg/kg)	B (mg/kg)	Cu (mg/kg)		
1	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	0-30	850	7,8	1,5	5,6	0,48	18,36	2,15	
2	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	30-60						15,76	4,75	
3	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	0-30	845	13	1,4	13	0,47	16,28	2,98	
4	ΤΕΙ ΛΑΡΣΑΣ	30-60						13	4,18	



9. ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Κατά την πορεία της καλλιέργειας ελήφθησαν οι παρακάτω παρατηρήσεις

1. Έναρξη φυτρώματος: 11 Δεκεμβρίου



Εικόνα 9.1 Νεοφύτρωτα φυτά ελαιοκράμβης

2. Ολοκλήρωση φυτρώματος και παρατηρήσεις σε ότι αφορά κανονικότητα του φυτρώματος: 20 Δεκεμβρίου.



Εικόνα 9.2 Στάδιο πλήρους φυτρώματος.

Καταγραφή παρατηρήσεων σύμφωνα με την κανονικότητα φυτρώματος

LICOLY	1	Φύτρωμα κανονικό
ABILITY	2	Φύτρωμα άριστο
GLADIATOR	3	Φύτρωμα κανονικό
SEMENSES	4	Φύτρωμα κανονικό
OASIS	5	Φύτρωμα άριστο
VECTRA	6	Φύτρωμα άριστο
LISONNE	7	Φύτρωμα κακό
ORKAN	8	Φύτρωμα κανονικό
SEMENSES	9	Φύτρωμα κανονικό
GLADIATOR	10	Φύτρωμα κανονικό
OASIS	11	Φύτρωμα άριστο
ABILITY	12	Φύτρωμα άριστο
LISONNE	13	Φύτρωμα κακό
LICOLY	14	Φύτρωμα κανονικό
ORKAN	15	Φύτρωμα κανονικό
VECTRA	16	Φύτρωμα άριστο
GLADIATOR	17	Φύτρωμα κανονικό
OASIS	18	Φύτρωμα άριστο
ABILITY	19	Φύτρωμα κανονικό
LICOLY	20	Φύτρωμα κανονικό
SEMENSES	21	Φύτρωμα κανονικό
ORKAN	22	Φύτρωμα κανονικό
VECTRA	23	Φύτρωμα άριστο
LISONNE	24	Φύτρωμα κακό
ABILITY	25	Φύτρωμα άριστο
LICOLY	26	Φύτρωμα κανονικό
SEMENSES	27	Φύτρωμα μέτρια κανονικό
VECTRA	28	Φύτρωμα άριστο
GLADIATOR	29	Φύτρωμα κανονικό
LISONNE	30	Φύτρωμα κακό
ORKAN	31	Φύτρωμα μέτριο κανονικό
OASIS	32	Φύτρωμα άριστο

Η ποικιλία LISONNE παρουσίασε φύτρωμα κακό και καθυστερημένο γι αυτό δεν συμπεριλαμβάνεται στη στατιστική ανάλυση.

Η κανονικότητα του φυτρώματος εκφράστηκε σύμφωνα με τη παρακάτω κλίμακα.



Πίνακας 9.1 Κανονικότητα φυτρώματος (κλίμακα 0-9). [Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσ/νίκης]

0-1	Φύτρωμα άριστο	Όλες οι γραμμές που πειραματικού τεμαχίου έχουν την ίδια πυκνότητα φυτρώματος, χωρίς να παρουσιάζονται κενά στις γραμμές
2-3	Φύτρωμα κανονικό	Όλες οι γραμμές του τεμαχίου έχουν την ίδια πυκνότητα αλλά παρουσιάζονται μικρά κενά σε μερικές γραμμές
4-5	Φύτρωμα μέτρια κανονικό	Παρατηρούνται διαφορές στην πυκνότητα μεταξύ των γραμμών και κενά σε μερικές γραμμές
6	Φύτρωμα κάτω του μετρίου	Φύτρωμα αραιό με κενά στις γραμμές
7	Φύτρωμα σχεδόν κακό	Φύτρωμα αραιό με μεγάλα κενά στις γραμμές
8	Φύτρωμα κακό	Φύτρωμα πολύ αραιό με μεγάλα τμήματα γραμμών στο τεμάχιο χωρίς φυτά
9	Όλο το τεμάχιο σχεδόν κενό	Ελάχιστα φυτά

3. Βλάστηση

Με την παρατήρηση αυτή εκφράζουμε τη ζωηρότητα της βλάστησι καθώς και την τάση που έχουν οι διάφορες ποικιλίες, να παρουσιάζο σημαντικό αριθμό διακλαδώσεων. Γενικά η βλάστηση όλων των ποικιλιών ήτ πλούσια (ανάπτυξη φυτών μεγάλη) και πολύ πυκνή, σε αντίθεση με τ ανοιξιάτικη σπορά (διπλανό πείραμα), που οι ποικιλίες παρουσίασαν μονόκλω – μονοστέλεχη ανάπτυξη.



Εικόνα 9.3 Στάδιο πρώτης ανάπτυξης

4. Παγετοί – Αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες

Η ποικιλία LISONNE παρουσίασε την μεγαλύτερη ευαισθησία με αποτέλεσμα να έχει καταστραφεί σχεδόν ολόκληρο το υπέργειο μέρος των φυτών.

Οι ποικιλίες με καλή ανάπτυξη όπως η ABILITY, LICOLY, ORKAI VECTRA, σε παρατηρήσεις που ελήφθησαν λίγες ημέρες μετά τους παγετούς είχαν ζημιά ελάχιστη (ξήρανση των άκρων σε μερικά φύλλα), ενώ οι ποικιλίες με μικρότερη ανάπτυξη και όχι ζωνηρή παρουσίασαν ζημιά μεγαλύτερη.

Οι παγετοί τελικά δεν επηρέασαν τις τελικές αποδόσεις όπου διαπιστώθηκε στη συνέχεια και ιδιαίτερα μετά τη συγκομιδή.

5. Αντοχή σε ξηρασία

Δεν παρατηρήθηκε ουδεμία ζημιά σε καμία ποικιλία. Φυτά εύρωστα με ζωνρό πράσινο χρώμα. Μεγάλη συμβολή είχαν οι βροχοπτώσεις της άνοιξης όπως παρουσιάζονται σε πίνακες στο επόμενο κεφάλαιο «Αποτελέσματα και συζήτηση».

6. Ύψος φυτών – Ανάπτυξη φυτού

Όλες οι ποικιλίες είχαν ομοιόμορφη ανάπτυξη ως προς το ύψος, τόσο κατά το στάδιο έκπτυξης – ανόρθωσης (πρώτο ύψος) το μήνα Μάρτιο 18 cm όσο και κατά την ωρίμανση (τελικό ύψος) περίπου 160 cm.



Εικόνα 9.4 Στάδιο προχωρημένης βλαστικής ανάπτυξης

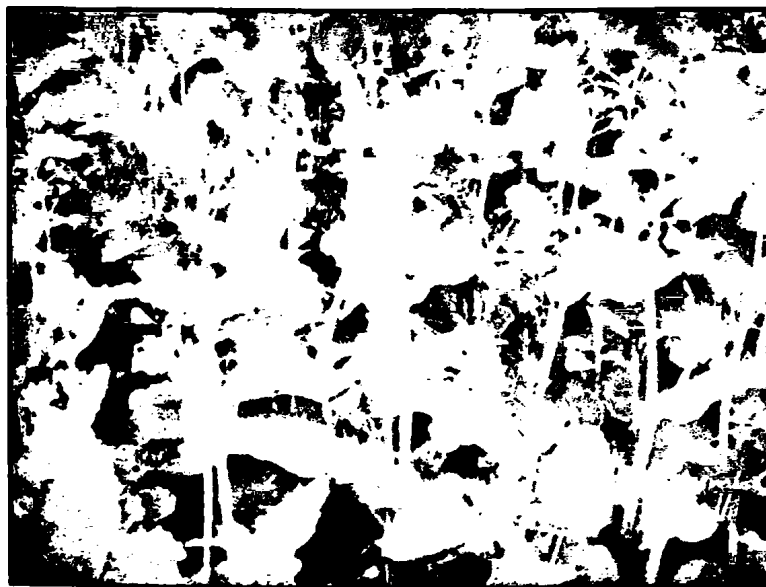
7. Πρωιμότητα

Ο χρόνος ωρίμανσης εξαρτάται βασικά από την ποικιλία. όμως σημαντικά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος. Για το χαρα πρωιμότητας αναγράφονται οι ημερομηνίες για κάθε πειραμα σύμφωνα με την εμφάνιση των ανθικών καταβολών, την εμφάνιση το ποσοστό άνθησης 50% και την ωρίμανση σε ποσοστό 50% ωρίμανση).

Τα παραπάνω χαρακτηριστικά εμφανίσθηκαν ταυτόχρονα ποικιλία και στις τέσσερις (4) επαναλήψεις, γι' αυτό στον πίν ακολουθεί, αναγράφονται οι ποικιλίες και όχι τα 32 πειραματικά τε



Εικόνα 9.5 Στάδιο ανθικών καταβολών



Εικόνα 9.6 Στάδιο έναρξης ανθοφορίας

Πίνακας: 9.2 Προιμότητα

ΣΟΙΚΛΙΔΕΣ	ΑΝΘΙΚΩΝ ΚΑΤΑΒΟΛΩΝ	ΕΜΦΑΝΙΣΗ ΑΝΘΕΩΝ	ΑΝΘΗΣΗ 50%	ΩΡΙΜΑΝΣΗ 50%	ΧΑΙ
LICOLY	8/4	18/4	2/5	10/6	Πρώ
ABILITY	9/4	20/4	3/5	10/6	Πρώ
GLADIATOR	9/4	18/4	2/5	10/6	Πρώ
SEMENSES	20/4	30/4	10/5	18/6	Όψι
OASIS	10/4	21/4	2/5	10/6	Πρώ
VECTRA	15/4	26/4	8/5	15/6	Όψι
LISONNE	20/4	30/4	10/5	18/6	Όψι
ORKAN	15/4	26/4	8/5	15/6	Όψι



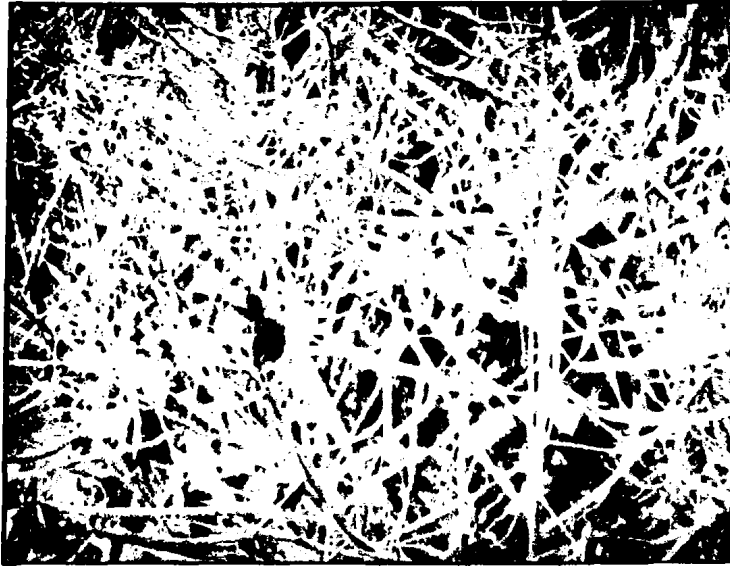
Εικόνα 9.7 Στάδιο πλήρους ανθοφορίας

8. Συγκομιδή

Η ωρίμανση του καρπού (κερατίου), μπορεί να περιγραφεί με τέσσερις (4) φάσεις [2]:

Πρώτη φάση: Το κεράτιο είναι κιτρινοπράσινο και οι σπόροι πράσινοι μαλακοί.





Εικόνα 9.8 Στάδιο πλήρους καρποφορίας

Δεύτερη φάση: Το κεράτιο έχει χρώμα κίτρινο, οι σπόροι χωρίζονται εύκολα σε δύο τμήματα με το χέρι μειώνεται σιγά – σιγά και παρατηρείται ταυτόχρονα πρωτεϊνών και των λιπών.

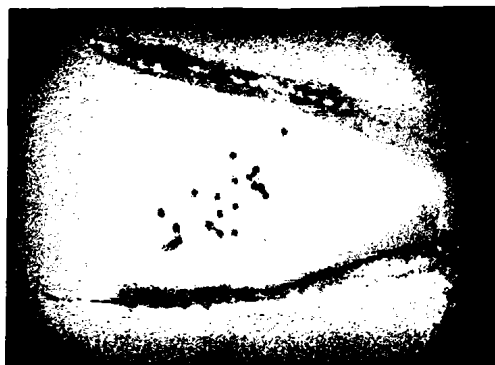
Τρίτη φάση: Το κεράτιο έχει πάρει γκριζοκίτρινο χρώμα. Ο αποκτήσει το τελικό του μέγεθος, το χρώμα του είν δεν χωρίζεται σε δύο τμήματα με το χέρι.



Εικόνα 9.9 Στάδιο φυσιολογικής ωρίμανσης

Τέταρτη φάση: Το κεράτιο ανοίγει και ο σπόρος «τινάζεται».





Εικόνα 9.10 Καρποί και σπέρματα ελαιοκράμβης

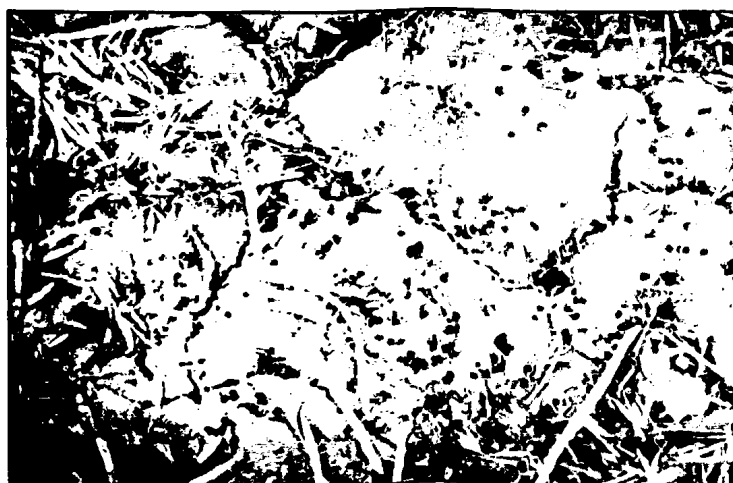
Μεταξύ της δεύτερης και τρίτης φάσης έχουμε το χάρι «φυσιολογικής ωρίμανσης» και μεταξύ τρίτης και τέταρτης, το της «οικονομικής ή εμπορικής ωρίμανσης».

Η συγκομιδή έγινε χειρονακτικά, με θερισμό των ταξικά συνέχεια αποχωρισμός των κερατίων, σύνθλιψη - λίχνισμα αυτών του σπόρου.

Κατά τη συγκομιδή απορρίφθηκαν οι δύο (2) ακραίες πειραματικού τεμαχίου από τις εννέα (9) που περιελάμβανε το κατ



Εικόνα 9.11 Χειρονακτική συγκομιδή ελαιοκράμβης



Εικόνα 9.12 «Τίναγμα» σπόρου μετά από μηχανική συγκομιδή ελαι

10. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

10.1 Έδαφος

Το έδαφος στο οποίο εγκαταστάθηκε το πείραμα και δοκιμάστηκαν οι οκτώ (8) ποικιλίες, χαρακτηρίστηκε σε ότι αφορά τη μηχανική σύσταση ως CL δηλ. αργιλοπηλώδες δηλ. ένα έδαφος μέσης μηχανικής σύστασης (πηλώδες).

Τα δείγματα στα οποία έγινε η μηχανική ανάλυση, προέρχονταν από δύο διαφορετικές θέσεις του πειράματος και από δύο διαφορετικά βάθη. Βάθος δείγματος 0-30 cm και βάθος δείγματος 30-60 cm.

Το pH του εδάφους κυμάνθηκε μεταξύ του 7,43 και 8,23 δηλ. ελαφρά αλκαλικό, κατάλληλο για την καλλιέργεια της ελαιοκράμβης (άριστο $\approx 7,6$). Η αυξημένη αλατότητα πρέπει να αποφεύγεται. [2]

Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία κυμάνθηκε μεταξύ 1,34 – 1,57 με αποτέλεσμα το έδαφος να χαρακτηρίζεται ως φτωχό.

Το έδαφος δεν αποτέλεσε ανασταλτικό παράγοντα για την καλλιέργεια, σύμφωνα με τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Η ελαιοκράμβη προτιμά εδάφη καλά στραγγιζόμενα, αργιλοπηλώδη, καλιούχα, καλά αεριζόμενα. Πρέπει να αποφεύγονται τα πολύ συνεκτικά, τα ξηρά αμμώδη και κακώς στραγγιζόμενα εδάφη. Δεν αναπτύσσεται σε αβαθή και σε τυφρώδη εδάφη. [66]

Η μέτρια λίπανση που εφαρμόστηκε, προέκυψε με βάση τη διαθεσιμότητα των στοιχείων από την εδαφολογική ανάλυση των δειγμάτων.

10.2 Κλιματικά δεδομένα περιοχής του ΤΕΙ Λάρισας

Στον Πίνακα 10.1 που ακολουθεί, παρατίθενται οι μέσες μηνιαίες τιμές βασικών κλιματικών παραμέτρων για την περίοδο εκτέλεσης του πειράματος. Συγκεκριμένα παρατίθενται οι μέσες, οι μέγιστες και οι ελάχιστες μηνιαίες τιμές θερμοκρασίας. Επίσης το μηνιαίο ύψος βροχής (χιλιοστά), οι ημέρες με χιόνι καθώς και οι ημέρες με παγετό.

Πίνακας 10.1 Οι κλιματικές συνθήκες στον πειραματικό αγρό του ΤΕΙ Λάρισας, κατά την καλλιεργητική περίοδο Νοέμβριος 2005 – Ιούνιος 2006. [Ε.Μ.Υ Μετεωρολογικός Σταθμός Λάρισας]

Μήνας	Υψόμετρο (°C)	Υψόμετρο (°C)	Υψόμετρο (°C)	Εξάτμιση (mm)	Με Χιόνι	Παγετό
Νοέμβριος	8,98	14,07	3,89	60,8	0	21,22 (2)
Δεκέμβριος	6,85	11,62	2,08	66,8	0	19,20,21,22,23,24,25,26 (8)
Ιανουάριος	3,35	7,00	-0,30	33,4	23,24 (2)	15,16,17,18,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31 (16)
Φεβρουάριος	5,68	11,26	0,11	38,8	5,6 (2)	1,2,3,4,7,8,9,10,12,13,14,15,16 (13)
Μάρτιος	9,90	15,61	4,18	33,7	0	9,10,16 (3)
Απρίλιος	14,27	20,04	8,50	35,4	0	0
Μάιος	18,71	26,50	10,92	1,9	0	0
Ιούνιος	23,59	30,83	16,35	15,3	0	0

10.3 Θερμοκρασία

Η ελαιοκράμβη αναπτύσσεται καλά σε περιοχές με σχετικά ήπιο χειμώνα, (αν και έχει μεγάλη αντοχή στους παγετούς) και με μέση ημερήσια θερμοκρασία κάτω από 25⁰ C.

Η μέση θερμοκρασία για την ανάπτυξη της ελαιοκράμβης και ιδιαίτερα από την άνθηση μέχρι την ωρίμανση δηλ. στις φάσεις άνθησης, γεμίσματος του κερατίου και ωρίμανσης πρέπει να κυμαίνεται από 20-25⁰ C [2,3,4] κατά τους μήνες Απρίλιο – Μάιο – Ιούνιο.

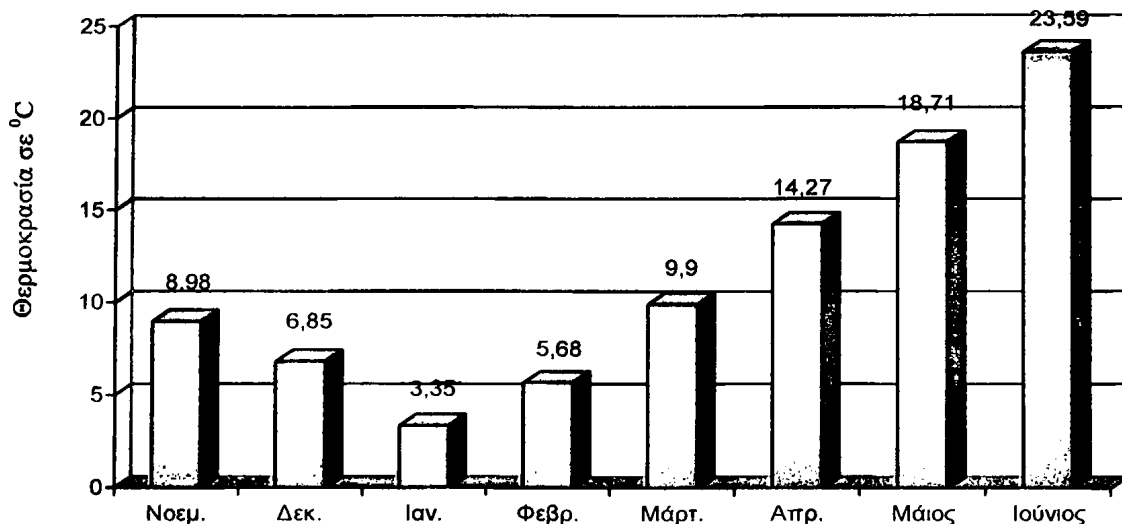
Χαμηλές θερμοκρασίες παρατηρήθηκαν το τρίτο δεκαήμερο του Δεκεμβρίου, το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιανουαρίου καθώς και το πρώτο δεκαήμερο του Φεβρουαρίου. Κατά την ανωτέρω περίοδο η ανάπτυξη του φυτού ήταν σχετικά αργή. Ωστόσο οι θερμοκρασίες αυτές είναι πάνω από τη βασική ημερήσια θερμοκρασία για την ανάπτυξη της ελαιοκράμβης περίπου 5⁰C [2,3,4].

Η ποικιλία LISONNE η οποία όπως αναφέρθηκε και παραπάνω (παρατηρήσεις φυτρώματος) παρουσίασε κακό φύτρωμα. Επιπλέον με τις χαμηλές θερμοκρασίες του Δεκεμβρίου και Ιανουαρίου η παραπάνω ποικιλία καταστράφηκε ολοκληρωτικά. Σ' αυτό συνετέλεσε και το μεγάλο ύψος βροχής της 28^{ης} Δεκεμβρίου.

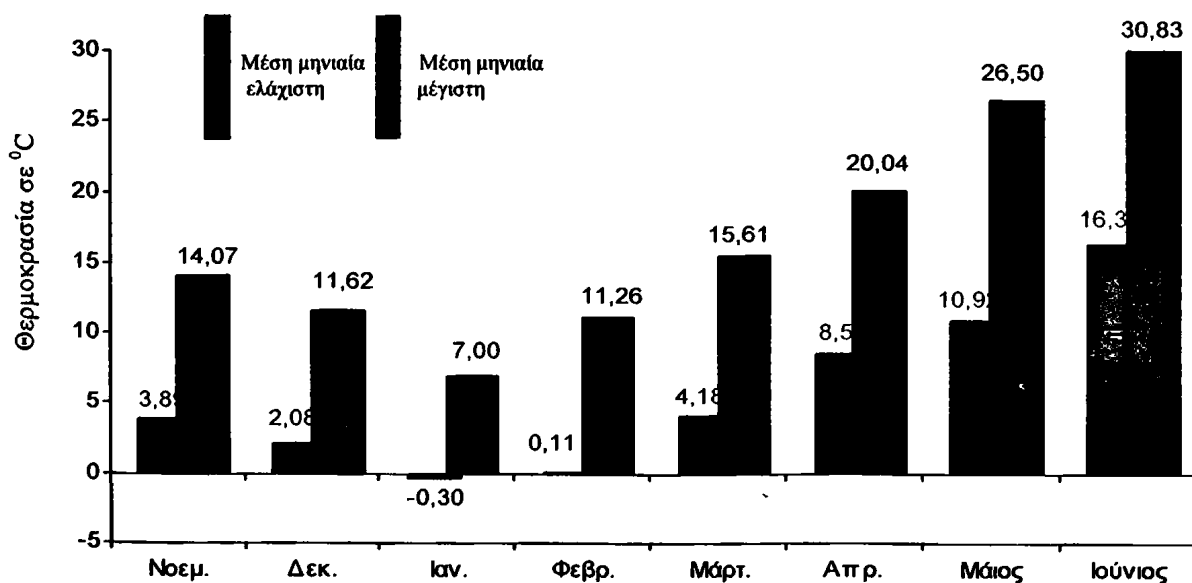


Οι χιονοπτώσεις των τεσσάρων (4) ημερών δεν επηρέασαν τις υπόλοιπες επτά (7) ποικιλίες.

Η ελαιοκράμβη χρειάζεται χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω από 2⁰C για διάστημα 20-40 ημερών για το φαινόμενο της εαρινοποίησης.



Διάγραμμα 10.1 Μέση μηνιαία θερμοκρασία (0C) κατά την καλλιεργητική περίοδο Νοέμβριος 2005 – Ιούνιος 2006 στον πειραματικό αγρό του ΤΕΙ Λάρισας.



Διάγραμμα 10.2 Η μέση μηνιαία ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία (0C) κατά την καλλιεργητική περίοδο Νοέμβριος 2005-Ιούνιος 2006 στον πειραματικό αγρό του ΤΕΙ Λάρισας.

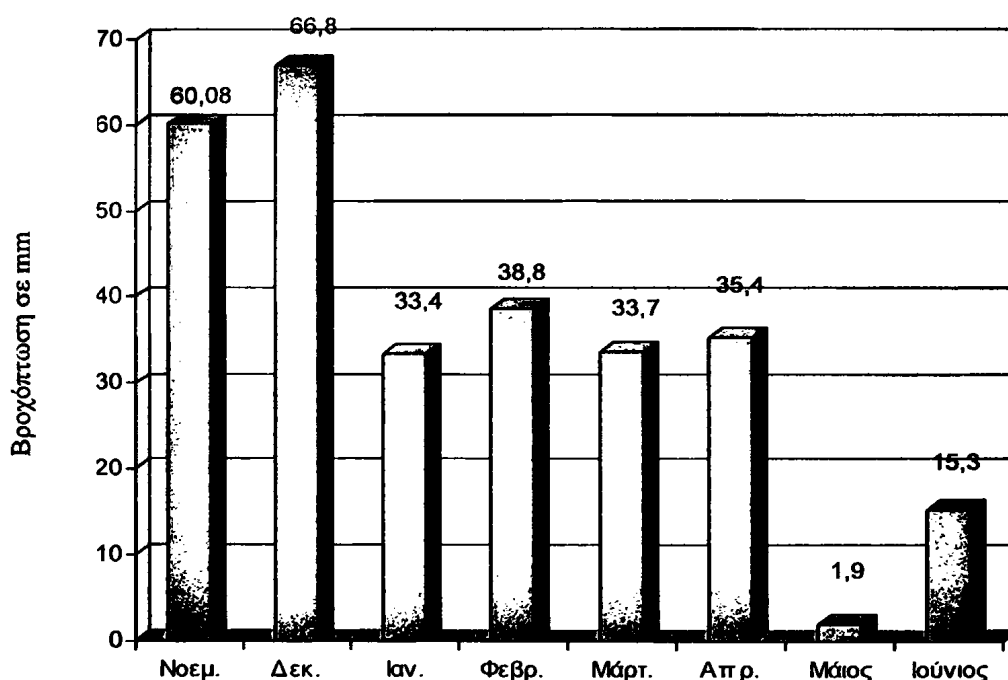


10.4 Βροχοπτώσεις

Στον πίνακα 10.1 και στο διάγραμμα 10.3 κατά την περίοδο που διεξήχθη το πείραμα φαίνεται ότι το σύνολο των βροχοπτώσεων (158,5 mm) ήταν αρκετό για την κάλυψη των αρδευτικών αναγκών και επίτευξη καλών αποδόσεων.

Σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα [2 και 3] αν και οι ανάγκες σε νερό είναι πολύ μεγαλύτερες επιτεύχθηκαν καλές αποδόσεις. Σ' αυτό συνετέλεσε η κανονική κατανομή των βροχοπτώσεων κατά την καλλιεργητική περίοδο και ιδιαίτερα τους μήνες Μάρτιο – Απρίλιο, φαινόμενο μη συνηθισμένο.

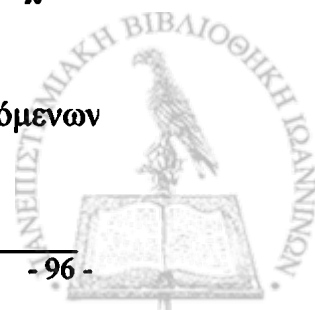
Κάποιες βροχοπτώσεις που παρατηρήθηκαν τον Ιούνιο μήνα, κατά την ωρίμανση και συγκομιδή της καλλιέργειας δεν δυσχέραιναν τη συγκομιδή και δεν επηρέασαν την απόδοση των ποικιλιών.



Διάγραμμα 10.3 Ύψος μηνιαίων βροχοπτώσεων κατά την καλλιεργητική περίοδο Νοέμβριος 2005 – Ιούνιος 2006 στον πειραματικό αγρό του ΤΕΙ Λάρισας.

10.5 Παραγωγικότητα - Συγκομιδή – Απόδοση κατά πειραματικό τεμάχιο

Στον πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι αποδόσεις των εξεταζόμενων ποικιλιών ανά πειραματικό τεμάχιο.



Πίνακας 10.2 Απόδοση σε κιλά ανά πειραματικό τεμάχιο

LICOLY	1	3,840
ABILITY	2	3,925
GLADIATOR	3	3,150
SEMENSES	4	3,120
OASIS	5	3,975
VECTRA	6	4,515
LISONNE	7	-
ORKAN	8	3,150
SEMENSES	9	3,625
GLADIATOR	10	2,810
OASIS	11	4,570
ABILITY	12	3,820
LISONNE	13	-
LICOLY	14	3,776
ORKAN	15	3,080
VECTRA	16	3,860
GLADIATOR	17	3,140
OASIS	18	5,500
ABILITY	19	3,776
LICOLY	20	3,705
SEMENSES	21	3,150
ORKAN	22	3,040
VECTRA	23	4,486
LISONNE	24	-
ABILITY	25	4,020
LICOLY	26	3,730
SEMENSES	27	3,462
VECTRA	28	3,435
GLADIATOR	29	2,560
LISONNE	30	-
ORKAN	31	2,980
OASIS	32	5,420

10.6 Πινακοποίηση δεδομένων – Στατιστική ανάλυση

Μετά την εκτέλεση του πειράματος, την τήρηση των βασικών αρχών γεωργικού πειραματισμού και τη λήψη των παρατηρήσεων (απόδοση δεδομένα κατατάσσονται σ' ένα πίνακα για τη διευκόλυνση της ανάλυσης παραλλακτικότητας.



LICOLY	3,840	3,776	3,705	3,730	15,051	3,763
ABILITY	3,925	3,820	3,776	4,020	15,541	3,885
GLADIATOR	3,150	2,810	3,140	2,560	11,660	2,915
SEMENSES	3,120	3,625	3,150	3,462	13,357	3,339
OASIS	3,975	4,570	5,500	5,420	19,465	4,866
VECTRA	4,515	3,860	4,486	3,435	16,296	4,074
LISONNE	-	-	-	-	-	-
ORKAN	3,150	3,080	3,040	2,980	12,250	3,062
Σύνολο	25,675	25,541	26,797	25,607	103,620	3,700

$$\Delta.O = \frac{(\Sigma X)^2}{n} = \frac{103,620^2}{28} = \frac{10737,1}{28} = 383,468$$

$$\begin{aligned} \Sigma AT &= 3,840^2 + 3,776^2 + \dots + 3,040^2 + 2,980^2 - \Delta.O \\ \Sigma AT &= 14,74 + 14,26 + 13,73 + 13,91 + 15,40 + 14,59 + 14,26 + 16,16 + 9,92 + \\ &7,90 + 9,86 + 6,55 + 9,73 + 13,14 + 9,92 + 11,98 + 15,80 + 20,88 + 30,25 + \\ &29,38 + 20,38 + 14,90 + 20,12 + 11,80 + 9,92 + 9,49 + 9,24 + 8,88 - \Delta.O = \\ &397,09 - 383,468 = 13,622 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A.T.II &= \frac{15,051^2 + 15,541^2 + 11,660^2 + 13,357^2 + 19,465^2 + 16,296^2 + 12,250^2}{4} - \Delta.O \\ &= \frac{226,53 + 241,52 + 135,95 + 178,41 + 378,89 + 265,56 + 150,06}{4} - \Delta.O \\ &= \frac{1576,92}{4} - \Delta.O = 394,23 - 383,468 = 10,762 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A.T.E &= \frac{25,675^2 + 25,541^2 + 26,797^2 + 25,607^2}{7} - \Delta.O = \\ &= \frac{659,20 + 652,34 + 718,08 + 655,72}{7} - \Delta.O = \frac{2685,34}{7} - \Delta.O = 383,62 - 383,468 = 0,152 \end{aligned}$$

$$A.T.III = \Sigma A.T - A.T.II - A.T.E = 13,622 - 10,762 - 0,152 = 2,708$$

Πίνακας Ανάλυσης Παραλλακτικότητας (ANOVA)

Επαναλήψεις	3	0,152	0,050	
Επεμβάσεις (ποικιλίες)	6	10,762	1,793	11,95**
Σφάλμα	18	2,708	0,150	
Σύνολο	27	13,622		

F5% = 2,66

F1% = 4,01

10.7 Παρουσίαση – Ερμηνεία των αποτελεσμάτων

α) Ε.Σ.Δ 0,05 = $t \sqrt{\frac{2\chi_{M.T.\Sigma}}{n}} = 2,101 \sqrt{\frac{2\chi_{0,150}}{4}} = 2,101 \chi_{0,274} = \pm 0,576 \text{ ή } \pm 57,6$
Kg/στρ.

β) Ε.Σ.Δ 0,01 = $t \sqrt{\frac{2\chi_{M.T.\Sigma}}{n}} = 2,878 \sqrt{\frac{2\chi_{0,150}}{4}} = 2,878 \chi_{0,274} = \pm 0,788 \text{ ή } \pm 78,8$
kg/στρ.

Κατάταξη ποικιλιών

OASIS	486,6
VECTRA	407,4
ABILITY	388,5
LICOLY	376,3
SEMENSES	333,9
ORKAN	306,2
GLADIATOR	291,5

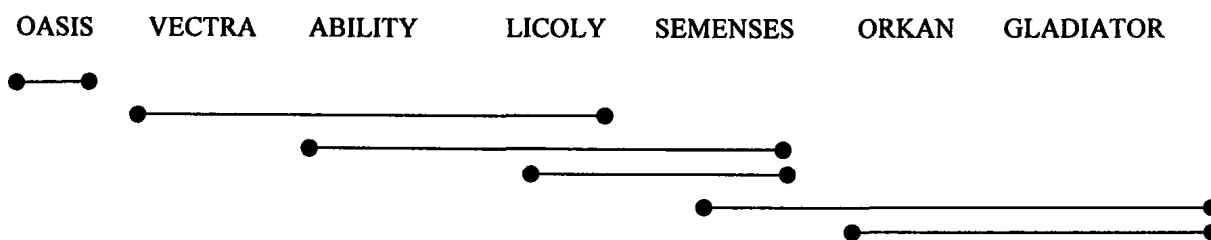
Ε.Σ.Δ 0,05 = ± 57,6

Ε.Σ.Δ 0,01 = ± 78,8

α) Σύγκριση για F. 0,05

OASIS – VECTRA	= 79,2	> Ε.Σ.Δ
OASIS – ABILITY	=	> Ε.Σ.Δ
OASIS – LICOLY	=	> Ε.Σ.Δ
OASIS – ORKAN	=	> Ε.Σ.Δ
OASIS – SEMENSES	=	> Ε.Σ.Δ
OASIS – GLADIATOR	=	> Ε.Σ.Δ
VECTRA-ABILITY	= 18,9	< Ε.Σ.Δ
VECTRA-LICOLY	= 31,1	< Ε.Σ.Δ
VECTRA-SEMENSES	= 73,5	> Ε.Σ.Δ
VECTRA-ORKAN	=	> Ε.Σ.Δ
VECTRA-GLADIATOR	=	> Ε.Σ.Δ
ABILITY – LICOLY	= 12,2	< Ε.Σ.Δ
ABILITY – SEMENSES	= 54,6	< Ε.Σ.Δ
ABILITY – ORKAN	= 82,3	> Ε.Σ.Δ
ABILITY – GLADIATOR	=	> Ε.Σ.Δ
LICOLY – SEMENSES	= 42,4	< Ε.Σ.Δ
LICOLY – ORKAN	= 70,1	> Ε.Σ.Δ
LICOLY – GLADIATOR	=	> Ε.Σ.Δ
SEMENSES – ORKAN	= 27,7	< Ε.Σ.Δ
SEMENSES – GLADIATOR	= 42,4	< Ε.Σ.Δ
ORKAN – GLADIATOR	= 14,7	< Ε.Σ.Δ

Συνοπτική παρουσίαση των διαφορών.



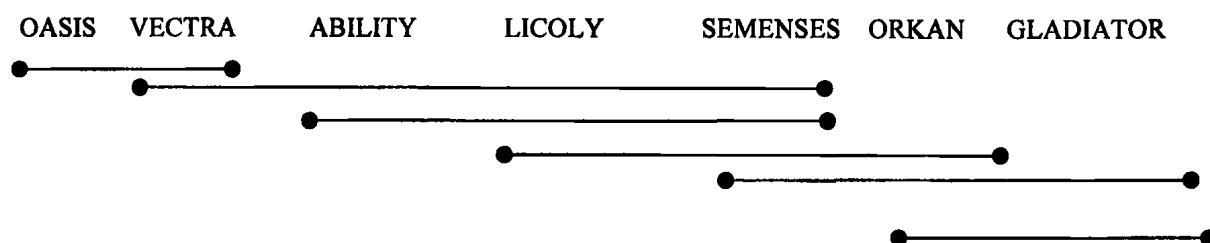
β) Σύγκριση για F0,01

OASIS – VECTRA	= 79,2	< Ε.Σ.Δ
OASIS – ABILITY	= 98,1	> Ε.Σ.Δ
OASIS – LICOLY	=	> Ε.Σ.Δ
OASIS – SEMENSES	=	> Ε.Σ.Δ
OASIS – ORKAN	=	> Ε.Σ.Δ
OASIS – GLADIATOR	=	> Ε.Σ.Δ



VECTRA-ABILITY	= 18,9	< Ε.Σ.Δ
VECTRA-LICOLY	= 31,1	< Ε.Σ.Δ
VECTRA-SEMENSES	= 73,5	< Ε.Σ.Δ
VECTRA-ORKAN	= 101,2	> Ε.Σ.Δ
VECTRA-GLADIATOR	=	> Ε.Σ.Δ
ABILITY – LICOLY	= 12,2	< Ε.Σ.Δ
ABILITY – SEMENSES	= 54,6	< Ε.Σ.Δ
ABILITY – ORKAN	= 82,3	> Ε.Σ.Δ
ABILITY – GLADIATOR	=	> Ε.Σ.Δ
LICOLY – SEMENSES	= 42,4	< Ε.Σ.Δ
LICOLY – ORKAN	= 70,1	< Ε.Σ.Δ
LICOLY – GLADIATOR	= 84,8	> Ε.Σ.Δ
SEMENSES – ORKAN	= 27,7	< Ε.Σ.Δ
SEMENSES–GLADIATOR	= 42,4	< Ε.Σ.Δ
ORKAN-GLADIATOR	= 14,7	< Ε.Σ.Δ

Συνοπτική παρουσίαση διαφορών



10.8 Συντελεστής μεταβλητότητας – παραλλακτικότητα (C.V)

Μετά την εκτέλεση του πειράματος υπολογίζουμε το συντελεστή μεταβλητότητάς του, για να συγκρίνουμε την ακρίβειά του, με την ακρίβεια παρόμοιων πειραμάτων.

Εάν ο συντελεστής είναι κάτω του 20%, το πείραμα θεωρείται ότι έχει ικανοποιητική ακρίβεια, το πειραματικό υλικό και το περιβάλλον ήταν ομοιόμορφα και ορθά χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των τυχαιοποιημένων πλήρων ομάδων.

$$C.V = \frac{\sqrt{M.T.\Sigma}}{M.O \text{ των } M.O} = \frac{\sqrt{0,150}}{3,700} = 0,10\%$$



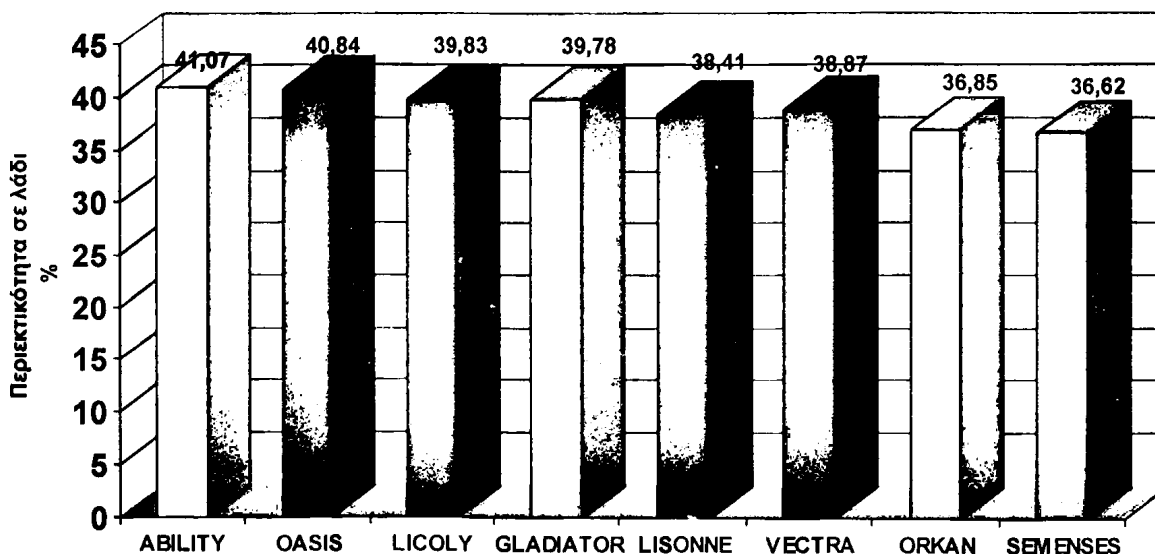
10.9 Ανάλυση σπόρου των οκτώ (8) ποικιλιών – Προσδιορισμός διαφόρων συστατικών

α) Στο Εργαστήριο Ελέγχου Κυκλοφορίας Ζωοτροφών (Ε.Ε.ΚΥ.Ζ.) έγινε ανάλυση του σπόρου των οκτώ (8) ποικιλιών για προσδιορισμό διαφόρων συστατικών όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 10.3 που ακολουθεί:

Πίνακας 10.3 Ανάλυση του παραγόμενου σπόρου των οκτώ (8) ποικιλιών

Ποικιλία	Υγρασία %	Ξηρά ουσία %	Ολικές αζωτούχες ουσίες (πρωτεΐνη)	Λίπος %	Νόστιμες Ουσίες κυτταρίνη %	Τέφρα %	Ολικό Ca%	Ολικός Ρ%
ABILITY	6,10	93,90	25,10	41,07	19,38	3,31	0,34	0,50
OASIS	5,90	94,10	24,17	40,84	24,00	4,00	0,35	0,51
LICOLY	6,28	93,72	24,47	39,83	21,60	3,54	0,32	0,49
GLADIATOR	5,11	94,89	27,72	39,78	18,94	3,57	0,34	0,50
LISONNE	5,66	94,34	25,17	38,41	20,59	3,64	0,33	0,55
VECTRA	5,66	94,34	24,43	38,87	19,84	4,18	0,34	0,51
ORKAN	5,63	94,37	26,83	36,85	23,51	4,21	0,33	0,50
SEMENSES	5,86	94,14	26,59	36,62	21,55	3,71	0,35	0,53

Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι εκφρασμένα σε νοπή βάση και αφορούν, έλεγχο ζωοτροφών.



Διάγραμμα 10.4 Περιεκτικότητα του παραγόμενου σπόρου σε λάδι % των οκτώ (8) ποικιλιών



Πρέπει να τονισθεί ότι η ανάλυση του παραγόμενου σπόρου έγινε αμέσως μετά τη συγκομιδή, η υγρασία του σπόρου όλων των εξεταζόμενων ποικιλιών ήταν κάτω από 7%, τιμές που κυμαίνονται μέσα στο πλαίσιο των προτεινόμενων ορίων (κάτω από 12%). [60,66].

Σημείωση: Η ποικιλία LISONNE, η οποία δεν συμπεριλαμβάνεται στη στατιστική ανάλυση, μας έδωσε μια μικρή ποσότητα σπόρου (μη συγκρίσιμη με τις άλλες ποικιλίες), που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση προσδιορισμού του λαδιού και των διαφόρων συστατικών.

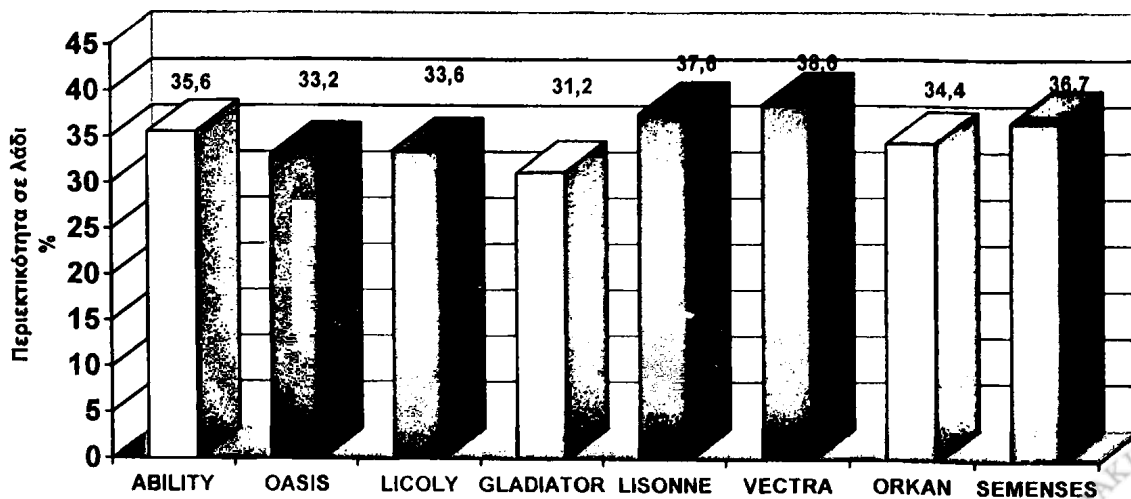
β) Στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβειου Πολυτεχνείου, έγινε ανάλυση του σπόρου των οκτώ (8) ποικιλιών για τον προσδιορισμό του λαδιού και κάποιων βασικών ιδιοτήτων, όπως παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα 10.4.

Πίνακας 10.4 Προσδιορισμός λαδιού, πυκνότητας και κινηματικού ιξώδους των οκτώ (8) ποικιλιών

Ποικιλία	Ποσότητα gr	Λάδι %	Υγρασία %	Πυκνότητα gr/cm ³			Κινηματικό Ιξώδες mm ² /sec	
				15 °C	40 °C	100 °C	40 °C	100 °C
ABILITY (1)	132,87	35,6	3,9	0,9183	0,9009	0,8604	34,4	7,9
OASIS (1)	153,32	33,2	3,8	0,9168	0,8997	0,8571	33,6	7,8
LICOLY (1)	133,46	33,6	4,1	0,9168	0,8994	0,8598	33,2	7,7
GLADIATOR (1)	134,98	31,2	4,0	0,9183	0,9011	0,8623	34,5	7,9
LISONNE (2)	146,17	37,6	3,0	0,9198	0,9023	0,8623	32,7	7,7
VECTRA (2)	165,74	38,6	3,5	0,9160	0,8990	0,8534	31,8	7,0
ORKAN (2)	173,29	34,4	4,1	0,9186	0,9017	0,8622	32,7	7,1
SEMENSES (2)	142,67	36,7	3,6	0,9183	0,9012	0,8607	31,7	7,0

(1): Σπόροι προερχόμενοι από ανοιξιάτικη σπορά

(2): Σπόροι προερχόμενοι από φθινοπωρινή σπορά



Διάγραμμα 10.5 Περιεκτικότητα του παραγόμενου σπόρου σε λάδι % των οκτώ (8) ποικιλιών

Για ένα δεδομένο λάδι, το ιξώδες μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της θερμοκρασίας. Το υψηλό ιξώδες έχει επιπτώσεις στο διαμερισμό (atomization) των καυσίμων, (ο κώνος ψεκασμού γίνεται σφιχτότερος και η ποσότητα του καυσίμου εκτοξεύεται γρηγορότερα).

Το ιξώδες και των οκτώ (8) ποικιλιών, στους 40 °C κυμαίνεται σε επίπεδα 31,7 -34,5 mm²/sec, τιμές πολύ κοντά με τις βιβλιογραφικές, καθώς και με τις προτεινόμενες για δημιουργία προτύπου ελαιοκράμβης ως καύσιμο, που δίνει τιμή 38,0 mm²/sec ή cst (centistokes) σύμφωνα με τους πίνακες 4.2 και 4.3.

Η πυκνότητα και των οκτώ (8) ποικιλιών στους 15 °C κυμαίνεται σε επίπεδα 0,9160 – 0,9183 gr/cm³, τιμές περίπου ίδιες με τις αναφερόμενες στη βιβλιογραφία (πίνακας 4.2) καθώς και στην πρόταση για δημιουργία προτύπου ελαίου ελαιοκράμβης ως καύσιμο, οι τιμές βρίσκονται σε επιθυμητά επίπεδα (χαμηλότερες της μέγιστης τιμής).

Σημείωση: Όπως αναφέρεται στο βιβλιογραφικό μέρος η συμπεριφορά μιας ένωσης ως καύσιμο απαιτεί αδύνατους μοριακούς δεσμούς και στην περίπτωση των υδρογονανθράκων όπου η συνοχή μεταξύ των μορίων είναι πολύ μικρή, παρουσιάζουν χαμηλή πυκνότητα και μικρό ιξώδες.

Στην περίπτωση των φυτικών ελαίων επειδή το κάθε μόριο έχει τρεις (3) αλυσίδες υδρογονανθράκων σε μία κοινή ομάδα, η πυκνότητα και το ιξώδες είναι υψηλότερες, εξαιτίας του γεγονότος ότι η διμοριακοί δεσμοί είναι πολύ σημαντικοί. Επιπλέον η παρουσία χημικού συνδεδεμένου οξυγόνου στα φυτικά έλαια μειώνει τις θερμογόνες τιμές τους κατά 15 – 20 % περίπου.

11. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- ✚ Με βάση τη βιβλιογραφική ανασκόπηση, τα πειραματικά αποτελέσματα της καλλιέργειας των οκτώ (8) ποικιλιών στο αγρόκτημα του Τ.Ε.Ι. Λάρισας και την παρακολούθηση καλλιιεργειών διαφόρων ποικιλιών – υβριδίων ελαιοκράμβης (από την εγκατάσταση μέχρι τη συγκομιδή), σε συνθήκες χωραφιού, στην ευρύτερη περιοχή των νομών Λάρισας, Καρδίτσας και Τρικάλων, η ελαιοκράμβη παρουσιάζει καλή προσαρμοστικότητα και αρκετά ικανοποιητικές αποδόσεις στις εδαφοκλιματικές συνθήκες των περιοχών αυτών.
- ✚ Η πειραματική καλλιέργεια έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα, σε ότι αφορά τις αποδόσεις και με βάση τις μικρές δόσεις λιπασμάτων, τις μη ιδιαίτερες απαιτήσεις και τεχνικές, το οικονομικό κόστος παραγωγής σπόρου ελαιοκράμβης, για παραγωγή φυτικού λαδιού παραμένει χαμηλό. (Καλλιέργεια οικονομικά συμφέρουσα)
- ✚ Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι δεν παρουσιάστηκε κάποια προσβολή, ούτε από κάποιο εχθρό ούτε από κάποιο παθογόνο.
- ✚ Σε ότι αφορά τις αποδόσεις παρατηρήθηκαν υψηλότερες από αυτές που συνήθως αναφέρονται στη βιβλιογραφία, με την ποικιλία OASIS να δίνει τις υψηλότερες αποδόσεις σε σπόρο, με στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας $F_{0,05}$, ενώ για $F_{0,01}$, οι υψηλότερες αποδόσεις σημειώθηκαν, τόσο για την ποικιλία OASIS όσο και για την ποικιλία VECTRA.
- ✚ Η περιεκτικότητα σε λάδι κυμάνθηκε σε επίπεδα περίπου ίδια με αυτά που αναφέρονται στη βιβλιογραφία.
- ✚ Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη είναι αρκετά ικανοποιητική.
- ✚ Η δυνατότητα διάθεσης στην αγορά και του πλακούντα (πίτας) του ελαιούχου σπόρου, θα μειώσει το τελικό κόστος παραγωγής, ενώ με κάποια υψηλότερη επιδότηση της καλλιέργειας, αυτή θα γινόταν ακόμα πιο ανταγωνιστική.
- ✚ Η ελαιοκράμβη πλεονεκτεί έναντι των συμβατικών καλλιιεργειών στο ότι, μπορεί να εκμεταλλευτεί λιγότερο γόνιμα εδάφη και να αποδώσει ικανοποιητικά, ιδιαίτερα σε περιοχές με υψηλό ύψος βροχής κατά την άνοιξη.
- ✚ Μπορεί να συμπεριληφθεί στα διάφορα συστήματα αμειψισποράς.

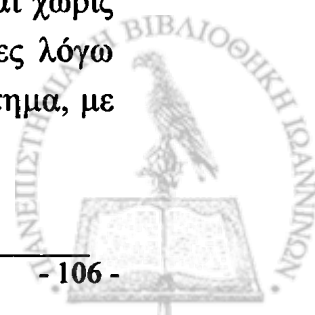
✦ Το κλίμα της περιοχής φαίνεται να ευνοεί την καλλιέργεια και να μην αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την ανάπτυξη του φυτού, διότι:

α) Παρουσιάζει χαμηλές θερμοκρασίες το χειμώνα, ικανοποιητικές για την εαρινοποίηση

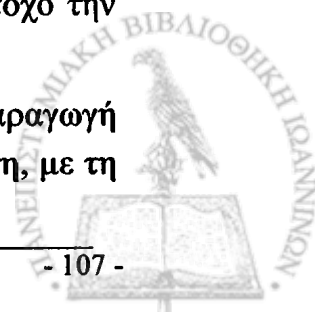
β) Οι μέτριες έως υψηλές θερμοκρασίες τόσο στους πρώτους μήνες του φθινοπώρου όσο και τους ανοιξιάτικους μήνες βοηθούν το φυτό στα πρώτα στάδια ανάπτυξής του και στη γρήγορη ωρίμανση των καρπών αντίστοιχα.

Επισημάνσεις

- ❖ Η σπορά πρέπει να γίνει πρώιμη (νωρίς το φθινόπωρο), περίπου το πρώτο 20ήμερο του Οκτωβρίου, ώστε το ριζικό σύστημα να μπορέσει να αναπτυχθεί στο σωστό βάθος, για να προστατευτεί από τους παγετούς ώστε το φυτό να μη διατρέξει κάποιο κίνδυνο.
- ❖ Τα πειραματικά δεδομένα έδειξαν ότι, όταν τα φυτά έχουν αναπτυγμένο ριζικό σύστημα και έχουν σχηματίσει τουλάχιστον τα τέσσερα (4) πραγματικά φύλλα, δεν διατρέχουν κάποιο κίνδυνο από τις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα.
- ❖ Χρειάζεται προσεκτική προετοιμασία της σποροκλίνης επειδή, ο σπόρος της είναι πολύ μικρός αφενός και αφετέρου επειδή το φυτό δεν ανταγωνίζεται τα ζιζάνια στα πρώτα στάδια ανάπτυξής του.
- ❖ Η σπορά πρέπει να γίνει με ειδική σπαρτική μηχανή (λεπτών σπόρων), για ομοιόμορφη σπορά λόγω του μικρού μεγέθους του σπόρου (βάρος 1.000 κόκκων 6-7 gr).
- ❖ Απαιτείται περαιτέρω μελέτη – έρευνα σε ότι αφορά τις αποστάσεις σποράς για τον προσδιορισμό του άριστου αριθμού φυτών ανά μονάδα επιφανείας.
- ❖ Μεγάλη σημασία έχει ο χρόνος συγκομιδής για αποφυγή απωλειών του σπόρου λόγω του «τινάγματος». Για να αποφύγουμε το παραπάνω σοβαρό πρόβλημα, συνιστάται οι θεριζοαλωνιστικές μηχανές να διαθέτουν το κατάλληλο (ειδικό) μαχαίρι, να έχουν προσαρμοστεί τα κατάλληλα κόσκινα, να γίνει η κατάλληλη ρύθμιση της ροής του αέρα (για το διαχωρισμό του σπόρου) και ο θεριζοαλωνισμός να γίνεται χωρίς τη λειτουργία της ανέμης. Κάποιες απώλειες είναι αναπόφευκτες λόγω του ότι η ανθοφορία – καρποφορία διαρκεί μεγάλο χρονικό διάστημα, με αποτέλεσμα να έχουμε και σταδιακή ωρίμανση.



- ✚ Σε ότι αφορά τα βιοκαύσιμα, η χρήση τους θα συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης της χώρας μας από το πετρέλαιο, στην ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα, στην προστασία του περιβάλλοντος (μηδαμινή συνεισφορά στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, μείωση του μονοξειδίου του άνθρακα κατά 32%, μείωση των οξειδίων του αζώτου κατά 8,6%, μείωση των αιωρούμενων σωματιδίων κατά 58%, μείωση των καιομένων υδρογονανθράκων κατά 30%) καθώς και στην αύξηση της απασχόλησης.
- ✚ Η περιεκτικότητα σε λάδι των σπόρων των οκτώ (8) ποικιλιών κυμάνθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα, ξεπερνώντας για κάποιες ποικιλίες τα βιβλιογραφικά δεδομένα.
- ✚ Το βιοντήζελ ως ανανεώσιμο καύσιμο, έχει θετική επίδραση στις εκπομπές καυσαερίων σε σχέση με το πετρελαϊκό ντήζελ, με το οποίο έχει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει και καλύτερα χαρακτηριστικά από αυτό, όπως είναι:
 - Το μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης.
 - Η μικρότερη ποσότητα θείου (σχεδόν ελεύθερο), άρα περιορισμένες εκπομπές σε διοξείδιο του θείου.
 - Οι καλύτερες λιπαντικές ιδιότητες (ακόμη και μίξη κατά 1% με το ντήζελ βελτιώνει κατά 65% τη λιπαντικότητα).
 - Ο μεγαλύτερος αριθμός κετανίου (για τους εστέρες), (πιν. 2.11), βελτιώνει την επίδοση του κινητήρα (20% μίξη με το συμβατικό ντήζελ ανεβάζει τον αριθμό κετανίου του μίγματος κατά 3 μονάδες).
- ✚ Αναμιγνύεται με το συμβατικό ντήζελ σε κάθε αναλογία.
- ✚ Είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας με υψηλή βιοαποικοδομισιμότητα (91% σε 23 ημέρες) και χαμηλή τοξικότητα.
- ✚ Με τη θέσπιση ειδικών φορολογικών κινήτρων από την Ευρωπαϊκή Ένωση μπορεί η παραγωγή και η χρήσης των βιοκαυσίμων να είναι οικονομικά βιώσιμη.
- ✚ Σύμφωνα με τα παραπάνω προκύπτουν θετικά συμπεράσματα για την προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα της καλλιέργειας ελαιοκράμβης, ωστόσο απαιτείται η συνέχιση της έρευνας με στόχο την απόκτηση επιπλέον τεχνογνωσίας σχετικά με την καλλιέργεια.
- ✚ Επιπλέον η προοπτική παραγωγής βιοκαυσίμων με εγχώρια παραγωγή πρώτης ύλης από τους Έλληνες αγρότες απαιτεί πολιτική βούληση, με τη



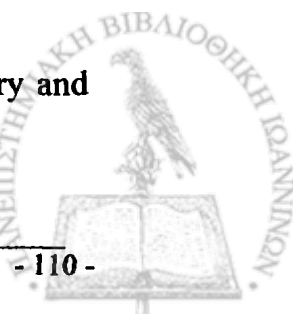
ενίσχυση της επιδότησης της καλλιέργειας, με αδειοδότηση των μονάδων παραγωγής βιοκαυσίμων και με τη δημιουργία φορέων διάθεσης – προώθησης των υποπροϊόντων της διαδικασίας παραγωγής.

- ✦ Τέλος με την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων δημιουργούνται νέες ευκαιρίες για την βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη στο πλαίσιο της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) και διανοίγεται μια νέα αγορά για καινοτόμα γεωργικά προϊόντα, με τεράστια περιβαλλοντικά και κοινωνικοοικονομικά οφέλη .

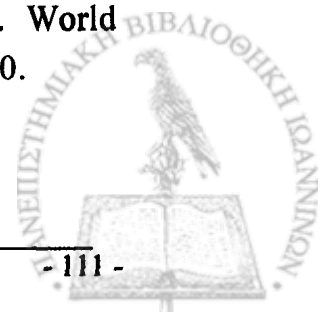
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Abu - hamedh, N.H., 2000. Effect of tillage treatments on soil thermal conductivity for some Jordanian clay loam and loam soils. *Soil Till. Res.* 56, 145 - 151.
2. Ahlheim, K.H., 1994. *Meyers Taschen Lexicon Biologie*, Bibliographisches Institut & F.A. Brockhaus A.G., Mannheim.
3. Alencar, J.W., Alves, P.B., Craveiro, A-A., 1983. Pyrolysis of tropical vegetable oils. *J. Agric. Food Chem.* 31, 1268 - 1270.
4. Allen, C.A.W., Watts, KC., 2000. Comparative analysis of the atomization characteristics of fifteen biodiesel fuel types. *Trans. of the ASAE*, vol. 43 (2): 207 - 211.
5. Alonso, J.S.J., Sastre, J.A.L. Garcia, C.R.A., A vila, L.R., Rivera, A.L., 2000. Study of the utilization of a mixture of vegetable oils and diesel oil in heat generation. 1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla, June 2000.
6. Altin, R., Cetinkaya, S., Yucesu, H.S., 2001. The potential of using vegetable oil fuels as fuel for diesel engines. *Energy and Conversion Management*, V 01. 42 (2001), pp. 529 - 538.
7. Anonymous, National Standard for Biodiesel-Discussion Paper, Prepared by Environment Australia March 2003. Setting national fuel quality standards, paper 6.
8. Ανώνυμος, 2003. Κ.Α.Π.Ε., *Ενεργειακές Καλλιέργειες για την Παραγωγή Υγρών και Στερεών Βιοκαυσίμων στην Ελλάδα*.
9. Asare, E., Scarisbrick, D.H., 1995. Rate of nitrogen and sulphur fertilizers on yield, yield components and seed quality of oilseed rape (*Brassica napus* L.). *Field Crops Res.* 44, 41 - 46.
10. Αποστολάκης, Μ., Κυρίτσης, Σ., Σούτερ, Χ., 1987. Το Ενεργειακό Δυναμικό της Βιομάζας Γεωργικών και Δασικών Υποπροϊόντων, ΕΛΚΕΠΑ.
11. Auld. D.L., Bettis, B.L., Peterson, C.L., 1982. Production and fuel characteristics of vegetable oil from oilseed crops in the Pacific Northwest. *Proceedings of the International Conference on Plant and Vegetable Oils as Fuels: 92 - 97*. St. Joseph MI: ASAE.
12. Bona, S., Mosca, G., Vamerali, T., 1999. Oil crops for biodiesel

- production in Italy. *J RenewabZe Energy* vol. 16, pp. 1053 - 1056.
13. Βουλγαράκη, Σ., 2005. «Αξιολόγηση ελαίων από σπόρο βερίκοκου, κάνναβης και από πριονίδι για την παραγωγή βιοντήζελ», Αθήνα.
14. Brouwer, W., 1976. *Handbuch des speziellen Pflanzenbaus* 2, P. Parey, Hamburg
15. Δάβαρης, Κ., 2005. «Παραγωγή και μελέτη ελαίου από σπόρους κολοκύθας και σταφυλιού για την παραγωγή βιοντήζελ» Αθήνα.
16. Demirbas ,A., 1998. Fuel properties and calculation of higher heating values of vegetable oils. *J Fuez*, vol. 77 pp. 1117 - 1120.
17. Eccleston, V.S. and Ohlrogge, J.B., 1998. Expression of lauroyl-acid carrier protein thioesterase in *Brassica napus* seeds induces pathways and implies a set point for triacylglycerol accumulation. *Plant Cell*, 10, 613-622.
18. Elliott, DC. Pyrolysis oils from biomass: producing, Analyzing and Upgrading. In: Soltes J, Milne TA, editors. Symposium series 376. Washington DC: American Chemical Society, 1981.
19. Engler, C.R., Lepori, W.A., Johnson, L.A., Yarbrough, C.M., 1992. Processing requirements for plant oils as alternative diesel fuels. *Proceedings of an Alternative Energy Conference* 14 - 15 Dec. 1992 Tennessee. ASAE.
20. Fukuda, H., Kondo, A., Noda, H., 2001. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of oils. *J of Bioscience and Bioengineering*, vol. 92, No 5, 405 - 416.
21. Φωτιάδης, Ν.Α., 1995. «Εισαγωγή στη στατιστική για βιολογικές επιστήμες», Θεσσαλονίκη.
22. Geisler, G., 1998. *Pflanzenbau*, P. Parey, Hamburg
23. Goering; C.E., Schwab, A.W., Daugherty, M.J., Pryde. E.H., Heakin, A.J., 1982. Fuel properties of eleven vegetable oils. *Trans. ASAE* 1982. 1472 - 1483.
24. Goering, C.E., 1984. Final report for project on Effect of nonpetroleum fuels on durability of directinjection diesel engines under contract, USDA, ARS, Peoria, II.
25. Grassi, G., Collina, A., Zibetta H., 1992. Biomass for energy, Industry and enviroment. Elsevier Science, New York, pp 1430.



26. Hocking, P.J., Randall, P.J., Demarco, D., Bamforth, I., 1997. Assessment of the nitrogen status of field grown canola (*Brassica napus* L.) by plant analysis. *Aust. J. Exp. Agric.* 37, 83 - 92.
27. Hoffman, W., 1985. *Lehrbuch der Zuchtung landwirtschaftlichen Kulturpflanzen*, P. Parey, Hamburg.
28. Howard, Lyle, 1994. *Manager of Quality Assurance Bi-State Development Agency, Biodiesel vs. other alternate fuels*,
29. Jackson, G.D., 2000. Effect of nitrogen and sulphur on canola yield and nutrient uptake. *Agron. J.* 92, 644 - 649.
30. Καραβαλάκης, Γ., 2005. Αξιολόγηση Γεωργικών Πρώτων Υλών για την Παραγωγή Βιοντήζελ στον Ελλαδικό Χώρο, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
31. Knothe, G., Dunn, R. and Bagby, M., *Biodiesel: The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels*.
32. Leach, J.E., Stevenson, H.L., Rainbow, A.J., Mullen, L.A., 1999. Effects of high populations on the growth and yield of winter oilseed rape (*Brassica napus*). *J. Agric. Sci.* 132, 173 - 180.
33. Ma F., Hanna M.A., 1999. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technology*, pp. 1 - 15.
34. Μαρτζόπουλος, Γ., 1993. *Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας στην Γεωργία, Θεσσαλονίκη 1993*.
35. Mittelbach, Martin, 1996. "Diesel Fuel Derived From Vegetable Oils IV: Specifications and Quality Control of Biodiesel" *Bioresource Technology* 56.
36. Mittelbach, M., 1996. Diesel fuel derived from vegetable oils, VI: specifications and quality control of biodiesel. *J Bioresource Technology*, vol. 56, pp. 7 - 11.
37. Morton, R., 1993. *Rapeseed oil for combustion - practical trials. Project Report No. OS6. London: Peakdale Engineering Limited*.
38. Namatov, I., Kavadakis, G., Nikolaou, A., Panoutsou, C., Danalatos, N., 2000. Growth and productivity of eighteen *Brassica carinata* and four *Brassica napus* varieties for oil production in central Greece. *World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla, June 2000*.



39. Onay O, Slow, Fast and hydrogen pyrolysis of rapeseed. PhD. thesis, University of Anadolu. 2001. p. 192.
40. Πανέρας, Ε.Α., 1996. Επιστήμη και Τεχνολογία και Τεχνολογία Τροφίμων, University Studio Press, Θεσσαλονίκη.
41. Passey, Robert, Masters student at Murdoch University, Biodiesel: A fuel for the Future
42. Peterson, C.L., Auld, D.L., Koros, R.A., 1983. Winter rape oil fuel for diesel engines: Recovery and utilization. JAOCS 60, 1579 – 1587.
43. Prakash, C., principle GCSI-Global Change Strategies International Inc., Acritical review of biodiesel as a transportation fuel in Canada.
44. Rathke, G.W., Christen, O., Diepenbrock, W., 2005. Effects of nitrogen source and rate on productivity and quality of winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) grown in different crop rotations. Field Crops Res. 94, 103 - 113.
45. Raymer, P.L., 2002. Canola: An Emerging Oilseed Crop. Trends in new crops and new issues, J. Janick and A. Whipkey. ASHS Press, Alexandria, VA., pp.
46. Schwab, A.W., Bagby, M.O., Freedman, B., 1987. Preparation and properties of diesel fuels from vegetable oils. Fuel 66, 1372 - 1378.
47. Schwab, A.W., Dykstra, G.J., Seike, E., Sorenson, S.C., Pryde, E.H., 1988. Diesel fuel from thermal decomposition of soybean oil. JAOCS 65, 1781 -1786.
48. Scott, R.K., Ogunremi, E.A., Ivins, J.D., and Mendham, N.J. 1973. The effect of sowing date and season on growth and yield of oilseed rape (*Brassica napus*). J. Agr. Sci. Camb. 277 285.
49. Shauck, M.E., Zanin, M.G., 2000. The present and future potential of biomass fuels in A viation. 1st World Conlerence on Biomasslor Energy and Jndllstry, Sevilla, June 2000.
50. Shuangning, X., Weiming, Y., Baoming, L., Biomass Bioenergy 2005: 135 - 141.
51. Stoker, R., Carter, K.E., 1984. Effect of irrigation and nitrogen on yield and quality of oilseed rape. N.Z. J. Exp. Agric. 12, 219 - 224.
52. Στούρνας, Σ., Λόης, Ε., Ζαννίκος, Φ., Αθήνα 2002. «Τεχνολογία Καυσίμων και Λιπαντικών», Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.



53. Talks, P. , European Union Oilseeds and Products Annual 2003, Global Agriculture Information Network
54. Τέας,, Χ., Καλλίγερος, Σ., Ζαννίκος, Φ., Στούρνας, Σ., Λόης, Ε., Αναστόπουλος, Γ., Λιάπης, Ν., Πιλοτική εφαρμογή χρήσης του βιοντήζελ στον Ελλαδικό χώρο.
55. Thomas, G., Monteiro, A.A., 1998. ISHS Acta Horticulturae 459 International Symposium Brassica 97, Xth Crucifer Genetics Workshop.
56. Thomas, P. 1984. Canola growers manual. Canola Council of Canada, Winnipeg, Man., Canada.
57. Thuncke, K., Remmele, E., Widmann, B., Wílharm, T., 2000. Standardisation of rapeseed oil as fuel. 1st World Conlerence on Biomass lor Energy and Industry, Sevilla, June 2000.
58. Topfer, R., Martini, N. and Schell, J., 1995. Modification of plant lipid synthesis, Science, 268.
59. Ward, J.T., Basford, W.D., Hawkins, J.H., Holliday, J.M., 1985. Oilseed Rape. Farming press LTD.
60. Weiss, E.A., 1983. Oilseed Crop pp. 160-215 (eds. G. Wrigley, AICTA.).
61. Weiss, E.A., 1983. Oilseed crops, Longman, New York.
62. Weiss, E.A., 1983. Oilseed Crops. Longman House.

Internet links

63. Alsberg, C., Taylor, A.: "The Fats and Oils: A General View"
www.journeytoforever.org
64. Anonymous, 2004. 2003/30/EC C., Directive on the promotion of the use of biofyels or other renewable fuels for transport.
<http://www.managenergy.net/products/R219.htm>.
65. Anonymous, 2004. European Energy Crops InterNetwork:BioBase,
www.eeci.net.
66. Anonymous, Canadian Council Organization
www.canola.org/manual/canolafr.htm.
67. Anonymous, Canadian Council Organization, www.canola-council.org/manual/canolafr.html.

68. BAFO (British Association for Bio Fuels and Oils), 2004, Biofuels Breakthrough. http://www.biodiesel.co.uk/biofuels_breakthrough.htm.
69. Hanna, M., Biodiesel production: a review, Bioresource Technology, 70 (1999), p.1-15, www.sciencedirect.com
70. <http://energia.gr/indexgrgr.php?newsid=7475&page=2>
71. <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/hydrauliki.htm> 16
72. <http://www.attra.org/management/geninfo.html>
73. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm
74. <http://www.energotech.gr/ell/wind1.htm>
75. <http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138618>
76. http://www.inegsee.gr/pdxb/Them/Them1/Petr/Glob/THEM1_a121.html
77. <http://www.saintpaul.gr/technology/geo.html>
78. <http://www.veggievan.org>
79. http://www.ybiofuels.org/bio_fuels/bioSpecs.html
80. IENICA, 2001. Summary report for European Union: Oil crops. www.csl.gov.uk/ienica/national%20reports/BIG%20oils.pdf
81. Strivastava, A., Prasad, R., 1999. *"Triglycerides-based diesel fuels"* www.sciencedirect.com
82. www.biodiesel.org.
83. www.biodiesel.at Austrian Biofuels Institute : New Trends in Developing Biodiesel World-wide
84. www.biomatnel.org : progresses on E.C. Programs.
85. www.ebb-eu.org/legislation.php
86. www.greenenergy.ch : European Biodiesel Standard Draft BS EN 14214.
87. www.inegsee.gr/pdxb/Them/Them1/Petr/Glob/THEM1_a121.html
88. www.kpekastors.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_sources.htm

68. BAFO (British Association for Bio Fuels and Oils), 2004, Biofuels Breakthrough. http://www.biodiesel.co.uk/biofuels_breakthrough.htm.
69. Hanna, M., Biodiesel production: a review, Bioresource Technology, 70 (1999), p.1-15, www.sciencedirect.com
70. <http://energia.gr/indexgrgr.php?newsid=7475&page=2>
71. <http://kpe-kastor.kas.sch.gr/energy1/alternative/hydrauliki.htm> 16
72. <http://www.attra.org/management/geninfo.html>
73. http://www.cres.gr/kape/energeia_politis/energeia_politis.htm
74. <http://www.energotech.gr/ell/wind1.htm>
75. <http://www.greenpeace.org/greece/137368/137396/138618>
76. http://www.inegsee.gr/pdxb/Them/Them1/Petr/Glob/THEM1_a121.html
77. <http://www.saintpaul.gr/technology/geo.html>
78. <http://www.veggievan.org>
79. http://www.ybiofuels.org/bio_fuels/bioSpecs.html
80. IENICA, 2001. Summary report for European Union: Oil crops. www.csl.gov.uk/ienica/national%20reports/BIG%20oils.pdf
81. Strivastava, A., Prasad, R., 1999. "*Triglycerides-based diesel fuels*" www.sciencedirect.com
82. www.biodiesel.org.
83. www.biodiesel.at Austrian Biofuels Institute : New Trends in Developing Biodiesel World-wide
84. www.biomatnel.org : progresses on E.C. Programs.
85. www.ebb-eu.org/legislation.php
86. www.greenenergy.ch : European Biodiesel Standard Draft BS EN 14214.
87. www.inegsee.gr/pdxb/Them/Them1/Petr/Glob/THEM1_a121.html
88. www.kpekastors.kas.sch.gr/energy1/human_activities/energy_sources.htm